مراقبة وتحليل التغيرات البيئية للبحر الميت باستخدام نظم المعلومات الجغرافية وتطبيقات الاستشعار عن بعد

إعداد

هيفاء أحمد محمد المحمد

المشرف

الدكتور حسام هشام البلبيسي

المشرف المشارك

الأستاذ الدكتور حسن يوسف أبو سمور

قدمت هذه الدراسة استكمالا لمتطلبات الحصول على درجة الماجستير في الجغرافيا

كلية الدراسات العليا

الجامعة الأردنية

آب، 2011

ب

قرار لجنة المناقشة

نوقشت هذه الرسالة/ (مراقبة وتحليل التغيرات البيئية للبحر الميت باستخدام نظم المعلومات الجغرافية وتطبيقات الاستشعار عن بعد، واجيزت بتاريخ 9- 8 -2011 .

أعضاء لجنة المناقشة	التوقيع
الدكتور حسام هشام البليبسي ، مشرفاً أستاذ مساعد – الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية	....
الأستاذ الدكتور حسن يوسف ابو سمور ، مشرفاً مشاركاً أستاذ – الجيومورفولوجيا الحيوية والموارد المائية	....
الأستاذ الدكتور يحيى عيسى فرحان، عضواً أستاذ – الجيومورفولوجيا التطبيقية والاستشعار عن بعد	....
الأستاذ الدكتور سميح أحمد عودة، عضواً أستاذ – الجيومورفولوجيا والخرائط	....
الدكتور نايف محمود الروسان، عضواً (جامعة مؤتة) أستاذ– الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية.	....

الإهداء

إلى الرحمة المُهداة والنعمة المُسداة محمد صلى الله عليه وسلم....

إلى العلماء والأساتذة الأجلاء...

إلى من ربياني صغيراً وتعهداني كبيرا...

الى من كانوا لي خير سند...

إخواني ...... وأختي .

إلى هؤلاء جميعا اهدي هذا الجهد المتواضع....

شكر وتقدير

الشكر لله العلي العظيم أولاً واخيراً على ما أنعم علي وتفضل في إنجاز هذا العمل كما اتقدم بجزيل الشكر والعرفان إلى أستاذي الدكتور الفاضل حسام البلبيسي لتفضله بالإشراف على هذه الرسالة ، وحرصة الدائم على المشوره، والنصيحة لكل خطوه من خطوات الدراسة وإيداء التوجيهات والملاحظات، والأراء السديدة، مما كان له الآثر الواضح في إخراج هذا العمل على هذه الصوره، كما أتقدم بالشكر الجزيل إلى الاستاذ الدكتور حسن ابو سمورعلى تفضله بقبول الإشراف على هذه الرساله وايداء النصح، والملاحظات لرفع من سوية هذا العمل، كما اتقدم بجزيل الشكر الى وزارة المياه والري الأردنية ممثلة بقسم المياه السطحية، وإدارة شركة البوتاس العربية الدائره الفنية ممثلة بالمهندس محمد المومني على ما ابدوه من تعاون في الحصول على البيانات الخاصة بمنطقة الدراسة .

كما أتقدم بالشكر إلى أعضاء لجنة المناقشة الأساتذه الأفاضل : الأستاذ الدكتور يحيى فرحان، والاستاذ الدكتور سميح عوده من قسم الجغرافيا / الجامعة الأردنية والأستاذ الدكتور نايف الروسان من قسم الجغرافيا / جامعة مؤتة لتفضلهم بقبول مناقشة هذه الرسالة .

والله ولي التوفيق

الباحثة

فهرس المحتويات

قائمة الجداول

قائمة الاشكال

مراقبة وتحليل التغيرات البيئية للبحر الميت باستخدام نظم المعلومات الجغرافية وتطبيقات الاستشعار عن بعد

إعداد

هيفاء أحمد محمد المحمد

المشرف

الدكتور حسام هشام البلبيسي

المشرف المشارك

الأستاذ الدكتور حسن يوسف أبو سمور

الملخص

تهدف هذه الدراسة الى تبني وتطبيق طريقة يمكن من خلالها حساب مساحة البحر الميت ، ومراقبة وتحليل التغيرات التي طرأت على مساحة البحر الميت، والمنطقة المحيطة به في الفترة ما بين (1987 - 2009) باستخدام نظم المعلومات الجغرافية وتقنيات الاستشعار عن بعد .

اعتمدت هذه الدراسة على معالجة أربع مرئيات فضائية للقمر الصناعي اللاندسات Landsat TM للسنوات 1987 و 1996 و 2003 و 2009 لحساب مساحة البحر الميت ، تم تطبيق أربع طرق لحساب المساحات، وهي نظم المعلومات الجغرافية، وطريقة التصنيف غير الموجه ، واستخدام مؤشرا NDWI ، وMNDWI ، كذلك تم إجراء التصنيف الموجه للكشف عن التغير في أنماط الغطاء الأرضي لمنطقة البحرالميت خلال الفترة (1987 و2009)

أظهرت نتائج الدراسة إن أفضل الطرق لحساب مساحة البحر الميت باستخدام مؤشر MNDWI من خلال استخدام الطيف الموجي الأخضر والطيف الموجي تحت الاحمر المتوسط ، باستخدام بيانات القمر الصناعي Landsat TM، كما توصلت الدراسة الى حساب

نسبة التغير في أنماط الغطاء الأرضي المكون للمنطقة وهي خمسة أنماط ، منطقة البحر الميت (المياه) ، وأراضي البوتاس (التبخر)، والأراضي الحضرية، والأراضي الزراعية والاراضي الجرداء، وكشفت الدراسة أن نسبة التغير في مساحة البحر الميت في الفترة 1987 و2009 وصلت بنحو 2.02 % وإمتداد لمساحة الأراضي الحضرية، وتناقص في مساحات الاراضي الزراعية بنحو 2.04 % عما كانت عليه عام 1987 وذلك بتأثير التغيرات البيئية على مساحة البحر من حفر إنخسافية وتدهور الغطاء الحيوي، وتناقص كميات المياه الجوفية، وجفاف بعض الينابيع المغذية للمنطقة وغيرها من الآثاروالتغيرات البيئية .

الفصل الأول

الإطار العام للدراسة ومنهجيتها

1 – 1 المقدمة

1 – 2 مشكلة الدراسة

1 – 3 أهمية الدراسة

1 – 4 مبررات الدراسة

1 – 5 أهداف الدراسة

1 – 6 الدراسات السابقة

1 – 7 منهجية الدراسة

الفصل الأول

الإطار العام للدراسة ومنهجيتها

1– 1 المقدمة :

طرأت تغيرات كثيرة على بيئة البحر الميت؛ نتيجة لانخفاض منسوبه، وتناقص مساحته لأسباب بشرية وطبيعية، حيث وصل مستوى مياهه نحو 423 متر تحت مستوى سطح البحر لعام 2009 وتناقصت مساحته بحدود 40 كم² بين الأعوام (1987– 2009) حتى وصلت مساحته المحسوبة إلى 630 كم²، مما نتج عنها تغيرات بيئية كثيرة، وبالتالي تعرض النظام البيئي الفريد للخطرالذي يعد ادنى بقعه على سطح الارض، كما انه فريد بتركيبة مياهه المعدنيه عدا انه ارث حضاري وثقافي عالمي ...الخ، ومع تطور أساليب وأدوات استخدام تطبيقات الاستشعار عن بعد، ونظم المعلومات الجغرافية في مراقبة المسطحات المائية وتحديد السواحل وحساب مساحاتها، ومن ثم رصد ومراقبة التغيرات البيئية التي تتهددها .

لذا استخدمت هذه التكنولوجيا من خلال تحليل بيانات المرئيات الفضائية بخصائصها المكانية والزمنية والطيفية، في تطوير طريقة يمكن من خلالها حساب مساحة البحر الميت باستخدام عدد من المرئيات الفضائية للقمر الصناعي لاندسات Landsat TM لما لها من فاعلية في حساب المساحات، وكشف التغيرات حتى يتسنى لصناع القرار من مراقبة التغيرات البيئية على البحر الميت التي تهدده كجسم مائي، وتؤثر على مستقبل البيئة المحيطة به .

1– 2 مشكلة الدراسة :

تعددت الدراسات البحثية التي تناولت موضوع التدهور البيئي على مساحة البحر الميت ومحيطه، بفعل المؤثرات الطبيعية للعناصر البيئية، والتدخل البشري بفعل الأنشطة من إقتصادية، مما أدى الى إنخفاض منسوب البحر الميت و تقلص مساحته، وبالتالي جاءت الكثير من الدراسات لحساب مساحة البحر الميت، ومن الملاحظ من نتائج هذه الدراسات هو التباين في قيم مساحة البحر الميت المستخلصة، وبما أن الدقة في هذه المعلومات ضرورية بكونه يشهد تنقاصاً سريعاً في مساحته و تغيراً كبيراًعلى بيئته، فلا بد من توظيف نظم المعلومات الجغرافية، وتكنولوجيا الإستشعارعن بعد وبيانات الأقمار الصناعية المتاحة من مرئيات فضائية في تبني طريقة يمكن اعتمادها لحساب مساحة البحر الميت، والكشف عن التغيرات في أنماط الغطاء الأرضي بطريقة سريعة ودقيقة، لذا جاءت هذه الدراسة التطبيقية للإجابة عن التساؤلات الاتية :

– هل تطبيقات الاستشعار عن بعد قادرة على حساب التراجع في مساحة البحر الميت ؟

– تقييم الطرق التي يمكن استخدامها لحساب تراجع مساحة البحرالميت باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، والاستشعار عن بعد وتحديد افضلها .

– ما الدور الذي يمكن أن تقوم به التقنيات الحديثة في مجال مراقبة البيئية المرتبطة بانخفاض مساحة البحر الميت ؟

– ما الآثار الجغرافية الناجمة عن التغيرات في مساحة البحر الميت ؟

3 – 1 أهمية الدراسة :

تنبع أهمية الدراسة من خلال الكشف عن الآثار البيئية الناجمة عن التغيرات المرافقة لانخفاض مستوى منسوب البحر الميت ومساحته؛ لما يمتاز به من أهمية اقتصادية وسياحية على المستويين المحلي والإقليمي، حيث يعد البحر الميت من الأنظمة البيئية الأكثر تعقيدا على سطح الأرض، لذا تحاول هذه الدراسة رصد ومراقبة التغيرات البيئية، وما يترتب عليها من آثار باستخدام تقنيات الإستشعار عن بُعد ونظم المعلومات الجغرافية، وتقديم أحدث الطرق في إنتاج خريطة رقمية حديثة لمنطقة البحر الميت يمكن تطويرها بصورة دورية، ومعرفة الاتجاه العام للتغير في المنطقة، ومن ثم يصبح الطريق ممهدا لمساندة ودعم متخذي القرار لعمل الخطط المناسبة لتنمية المنطقة والتقليل من التأثيرات البيئية الضارة مستقبلا .

1 - 4 مبررات الدراسة

إعتمدت الدراسة على عدد من المبررات لدراسة الموضوع والمنطقة معا من بينها مايلي :

1 – أهمية منطقة البحر الميت، فهو اخفض بقعة في العالم من الناحية الجغرافية بالإضافة إلى أهميتها السياحية كإقامة الفنادق والاقتصادية مثل إقامة بعض المصانع الحيوية كالبوتاس وغيرها

2 – ظهور عدد من المشكلات الجغرافية الناجمة عن إنخفاض مساحة البحر الميت كالحفر البالوعية أوالإنخسافية (Sinkholes)، وهبوط وتشققات في المناطق القريبة من البحر الميت، وإنخفاض مستوى المياه الجوفية وغيرها .

3 – الضرورة الملحة للقيام بمثل هذه الدراسات؛ لإبراز المشكلات البيئية المستقبلية باستخدام التقنيات بدقة أكثر وبيان مدى كفاءة استخدام التقنيات الحديثة في حساب المساحات

1 – 5 أهداف الدراسة

جاءت هذه الدراسة لتحقيق الأهداف الاتية :

1 - مراقبة التغيرات البيئية الناتجة عن تراجع مساحة البحر الميت وانكماشه، وتأثيرها على الوضع الحديث لحالة الغطاء الأرضي والموارد الطبيعية للمنطقة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية وتطبيقات الإستشعار عن بُعد خلال العقود الثلاثة الماضية.
2 - قياس درجة التناقص في مساحة البحر الميت، وحساب تلك التغيرات باستخدام التقنيات الحديثة .
3 - توفير قاعدة بيانات جغرافية تساعد صانعي القرار وواضعي السياسات التنموية بحيث تكون قابلة للتعديل والتحديث والدمج .
4 - العمل على وضع خريطة غطاء أرضي حديثة للبحر الميت بواسطة الإستشعار عن بُعد.

1 – 6 الدراسات السابقة :

تعددت الدراسات والتقارير حول دراسة المشكلات البيئية التي يتعرض لها حوض البحر الميت جراء إنخفاض منسوبه، وتقلص مساحته ومستقبل البيئة المحيطة به، وتنوعت بين الدراسات البحثية والتطبيقية مع تركيز معظمها على دراسة أسباب انخفاض منسوب البحر الميت، والآثار البيئية الناتجة عن تناقص مساحته، بالإضافة الى مناقشة الحل المقترح لهذه المشكلة .

في هذه الدراسةٌ قسمت الدراسات السابقة إلى قسمين، القسم الأول تناول الدراسات البحثية من حيث أسباب إنخفاض منسوب البحر الميت، والآثار الناتجة عن تناقص مساحته، ومستقبل البحر الميت، والقسم الثاني تناول الدراسات التطبيقية التي جاءت لحساب مساحة البحر الميت باستخدام التقنيات الحديثة من نظم المعلومات الجغرافية وتطبيقات الإستشعار عن بعد وهي كالآتي :

- الدراسات البحثية :

- دراسة مركز البحوث والتنمية الدولية – كندا بعنوان :" بحر عطش ونهر ملوث" – 1998، من خلال برنامج الفقر الريفي والبيئة في منطقة الشرق الأوسط، تناولت الدراسة المياه الحدودية المهددة في منطقة الشرق الأوسط، منها البحر الميت أهميته، وأسباب انخفاض مستوى سطحه، و دعت الدراسة على ضرورة حمايته من التدهور البيئي، وتوصلت من خلال توزيع إستبانة في المناطق التي يمتد بها البحر إلى أن السكان المحلين يدركون قيمة البحر الميت الاقتصادية وأهميته، وأوصت الدراسة بتسجيل البحر الميت كمحمية طبيعية لدى اليونسكو وعده أحد أهم مواقع التراث العالمي .

- وتناولت دراسة (Arkin and Gilat. (2000 بعنوان

Dead Sea Sinkholes –an ever - Developing Hazard.

أحد أهم الآثار البيئية التي انتشرت في حوض البحر الميت، الحفر البالوعية (الإنخسافيه) وخطر تطورها على شواطئ البحر الميت ومخاطر تكونها والدعوة إلى إيجاد حلول بديلة

لإنقاذ البحر الميت، فوجودها من الآثار البيئية الخطيرة التي تهدد البحر الميت، والبيئتين الطبيعية والبشرية .

- وفي دراسة Lipchin, C . (2004) بعنوان :

A Future for the Dead Sea Basin: Water Culture among Israelis, Palestinians and Jordanians.

تناولت مستقبل حوض البحر الميت من حيث الأهمية الاقتصادية، وحذرت من مخاطر اختفاء البحر الميت، وقدم الباحث تحليلاً للأبعاد الاجتماعية، والثقافية من أجل تحقيق التنمية المستدامة وقدمت دراسة شاملة عن الوضع الحالي لحوض البحر الميت على الجانبين .

– دراسة Abu- karaki, et al. (2005) بعنوان :

Natural, Induced and Environmental Hazards along the Dead Sea Coast, Jordan

تناولت المخاطر الجيولوجية على امتداد 80 كم على سواحل البحر الميت، والمخاطر البيئية الناجمة عنها على طول الساحل الشرقي للبحر الميت، و دراسة أثر الأنشطة البشرية (الزراعية والصناعية)، كون منطقة البحر الميت نموذجاً على المناطق الطبيعية.

– تقرير (مكتب الأمم المتحدة للتنسيق الشؤون الإنسانية ،2007) دراسة بعنوان :

Overview on the Natural & Cultural Resources of the Dead Sea Area

هدف هذا التقرير إلى إلقاء الضوء على الموارد المائية في منطقة البحر الميت، والأنشطة الصناعية الكبرى، واقترحت مزيدا من الدراسات لسد التغيرات في البيانات المتاحة حول البحر الميت وموارده الطبيعية من اجل حماية الموارد والحفاظ عليها.

- وكشف تقرير أخر من (مكتب الأمم المتحدة لتنسيق الشؤون الإنسانية ،2007) في دراسة حول تقلص منسوب مياه البحر الميت، تم فيها إلقاء الضوء على المشروع المقترح لربط البحر الميت بالبحر الأحمر (قناة البحرين)، والآثارالبيئية التي تحيط بمنطقة البحر الميت نتيجة؛ لتقلص منسوب مياهه، وظهور أعداد كبيرة من الحفر البالوعية خاصة على الساحل الجنوبي والشرقي للبحر الميت .

- وناقش (النواصرة ،2007) أثرإنخفاض منسوب سطح البحر الميت على جيومورفولوجية الأحواض الدنيا لأودية : الكرك، الحماد، الجرة، الشقيق، الموجب وتناولت الدراسة التسلسل التاريخي لانخفاض منسوب البحر الميت منذ (1966- 2004) وأثره على أودية منطقة الدراسة، وبيان أثر الأحداث الكارثية على ديناميكية تطور الأودية

– دراسة Closson and Abu-karaki.(2008) بعنوان :

Human – Induced Geological Hazards along The Dead Sea Coast .

ناقشت الآثار الجيولوجية المؤثرة على التنمية في منطقة البحر الميت، والمخاطر الجيولوجية على الشاطئ الغربي (فلسطين المحتلة) ، والساحل الشرقي (الأردن) ، وهي المحاولة الأولى لجمع المخاطر الجيولوجية التي يسببها الإنسان على طول ساحل البحر الميت.

– دراسة Kiro, and Yeshieli.(2008) بعنوان:

Time Response of the Water Table and Saltwater Transition Zone to a Base Level Drop.

تناولت مدى تأثير انخفاض منسوب البحر الميت على المياه الجوفية باستخدام التحليل النظري والمحاكاة، والبيانات الميدانية، واختبار الحساسية، وتقديم طريقة لتحليل تأثير انخفاض منسوب البحر الميت.

- **الدراسات التطبيقية**

- دراسة (AL-Hanbali, Al-Bilbisi and kondoh. (2006 بعنوان :

Monitoring the Dead Sea Area Changes Using Remote Sensing and GIS.

هدفت الدراسة الى كشف التغيرات البيئية التي نتجت عن انخفاض مساحة البحر الميت من خلال العلاقة بين الأنشطة البشرية وعمليات التبخر، و مدى تأثيرها على مصادر المياه الجوفية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية وتطبيقات الاستشعارعن بُعد، وتوصلت الدراسة الى ان البحرالميت فقد حوالي 30.4 % من مساحته في الفترة بين (1973-2004) وزيادة منطقة التبخر لنفس الفترة حوالي 600%، وقدمت الدراسة تصنيفاً لأنماط الغطاء الأرضي لحوض البحر الميت، وحساب مقدار التغير في المساحات باستخدام تقنيات الإستشعار عن بعد .

- دراسة (AL-Bilbisi and Makhmreh , (2010 بعنوان :

A Comparison of Pixel-Based and Object-Based Classification Approaches in Arid and Semi-Arid Areas of Dead Sea Region Using Landsat Imagery .

تناولت هذه الدراسة تحليل وتصنيف الأراضي اعتماداً على طريقة وحدة الخلية / وطريقة وحدة الجسم، واستخدم البحر الميت مثالا لدراسة المقارنة بين الطريقتين، وقد توصلت الدراسة إلى أن طريقة وحدة الجسم المتكامل تعطي حدوداً دقيقة لاستعمالات الأراضي الزراعية أفضل من النتائج المتوصل إليها في الطريقة المبنية على وحدة الخلية .

- دراسة (Rababa’a and AL-Bakri , (2006 بعنوان :

Mapping Land Cover in the Dead Sea Basin From Landsat Imagery

أجريت هذه الدراسة لإستقصاء إمكانية إستخدام وسائل التصنيف الرقمي لصور الماسح الموضوعي المحمول على القمر الصناعي الأمريكي لاندسات، لإستنباط خرائط الغطاء الأرضي في حوض البحر الميت، واستخدمت هذه الدراسة طريقتي التصنيف غير المراقب باقتران المسافة الى المتوسط الحسابي، واقتران البيانات المتماثلة وطريقة توزيع مدى القيم باستخدام مؤشرالاختلاف النباتي لاستنباط الخرائط، توصلت الدراسة إلى إمكانية بيانات الاستشعار عن بعد لاستنباط خرائط الغطاء الأرضي مع التأكيد على دور البيانات الأرضية في تصحيح الخرائط الناتجة .

- دراسة خرفان ، (2004) والمعنونة ب : انحسار البحر الميت وتأثيره على المنطقة المحيطة تناولت الباحثة العوامل التي أدت إلى انحسار البحر الميت، وتقلص مساحته وحساب مساحة البحر الميت باستخدام طريقة الترقيم اليدوي وبالاعتماد على بيانات الصور الجوية وقمر اللاندسات في الفترة ما بين (1962– 2001) ، وتوصلت الدراسة ان مساحة البحر الميت تناقصت من 983 كم² عام 1962 إلى 648 كم²عام 2001 بسبب النشاطات البشرية .

- هدفت دراسة (Qudah and Harahsheh ,(1994 بعنوان :

.Recession of Dead Sea Through the Satellite Images

الى رصد التغيرات البيئية في منطقة البحر الميت باستخدام المرئيات الفضائية للقمر الإصطناعي اللاندسات والخرائط الطبوغرافية، والصور الجوية للأعوام (1947–1994)، وذلك بتقسيم المنطقة الى ثلاث أجزاء الجزء الشمالي والجزء الجنوبي ومنطقة التبخر، ومن خلال ترسيم حدود المياه عن طريق التفسير البصري تم حساب كل مساحة على حدى وتوصلت الدراسة الى فعالية تطبيقات الاستشعار عن بعد في تحديد وتقييم المسطحات المائية.

- هدفت دراسة Abu Ghazleh . et al . (2010) بعنوان :

Rapidly Shrinking Dead Sea Urgently Needs Infusion of 0.9 km3/ a from Planned Red-Sea Channel: Implication for Renewable Energy and Sustainable Development

إلى تطوير نموذج يبين مدى انحسار البحر الميت باستخدام ARC GIS SRTM، وأوضحت الدراسة مدى تأثير انحسار البحر الميت على تكون ظاهرة الشواطئ المتعددة أو المدرجات على ساحل البحر الميت، وبين الباحثون مزايا المشروع المقترح (قناة البحرين) ،على البيئة المحيطة بالبحر الميت من خلال الحد من المخاطر الطبيعية التي يسببها انحسار البحر الميت، وإنتاج الطاقة الكهرومائية، وإنتاج مياه عذبة عن طريق تحلية مياه البحر وإزالة ملوحتها .

– دراسة بورجي ،(2005) ، المعنونة ب :

تطبيق الاستشعار عن بُعد في رصد وتقييم التغيرات بساحل الحديدة – الجمهورية اليمنية .

هدفت إلى تطبيق أدوات الاستشعار عن بُعد في إنتاج خرائط غطاء أرضي، وتحديد مدى التغير في شكل الشريط الساحلي بواسطة تصنيف الأقمار الصناعية، بهدف الكشف عن التغيرات البحرية في ساحل الحديدة وحساب التغير في الزمن، وتوصلت إلى أن هناك تركيز للعناصر الثقيلة في المياه والرواسب التي انتقلت بسبب البيئة البحرية عن طريق الهواء الجوي، ومخلفات البترول التي انتقلت إليها من المناطق الجبلية شتاءاً.

- دراسة Alesheikh . et al . (2007) والمعنونة ب :

Coastline Change Detection Using Remote Sensing

جاءت هذه الدراسة للكشف عن التغير بساحل بحيرة أورميا في ايران لكونها من أكبر البحيرات المالحة في العالم، وتتعرض للتدهور، استخدمت الدراسة بيانات القمر الصناعي اللاندسات للأعوام 1991 م و 2001 م باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد وتطبيق نموذج

مستوى العتبة ، وبينت التناقص في مساحة البحيرة بين العامين السابقين ومقارنة دقة النتائج باستخدام بيانات قمرصناعي آخر بقدرة تمييزية حوالي 3 متر .

ما يميز هذه الدراسة :

جاءت هذه الدراسة مكملة للدراسات التطبيقية من خلال تبني طريقة يمكن من خلالها حساب مساحة البحر الميت، باستخدام تطبيقات تقنيات الاستشعارعن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، وبالتالي يمكن من خلالها مراقبة التغيرات على مساحة البحر الميت، وتعميمها على باقي الدراسات الساحلية للمناطق ذات الظروف المشابهة، ومن ثم اتخاذ التدابيراللازمة لإدارة الموارد الطبيعية، وتفادي بعض الأخطار البيئية المحتملة .

1 – 7 منهجية الدراسة :

تقوم منهجية هذه الدراسة على ثلاث محاور رئيسة كما في الشكل (1 – 1) :

المحور الأول : يشكل الإطار العام والنظري للدراسة من خلال دراسة ومراجعة المفاهيم والأسسس النظرية لموضوع تقييم الآثار البيئية واستخدام التقنيات (GIS& R.S) ، ومراجعتها، والإطلاع على بعض الدراسات ، والأبحاث الحديثة ذات الصلة بالموضوع

المحور الثاني :

يمثل الإطار المعلوماتي، ويشمل الخصائص الطبيعية والجغرافية لمنطقة الدراسة، من خلال جمع البيانات من مصادرها .

المحور الثالث :

يشمل الجانب التحليلي، تقييم المؤشرات المستخدمة لحساب المساحه، وتبني طريقة يمكن من خلالها حساب مساحة البحرالميت باستخدام تطبيقات الاستشعارعن بعد، وتحليل أنماط الغطاء الأرضي_والتغيرات على مساحة البحر الميت ،عبر مراحل زمنية باستخدام المرئيات الفضائية

ولتحقيق أهداف الدراسة تم استخدام المناهج الآتية :

المنهج الوصفي : استخدم في وصف منطقة الدراسة طبيعاً وبشرياً .

المنهج التاريخي: استخدم لتتبع مساحة البحر الميت والآثار البيئية المترتبة على كل فترة زمنية

المنهج التحليلي : اعتمد على تحليل مرئيات الأقمار الإصطناعية، ومراجعة أحدث الطرق في حساب المساحات، والتغيرات بواساطة الأقمار الإصطناعية، من خلال تحليل أسباب التغيرات واستخدام التحليل الكمي في حساب المساحات، من معادلات ومؤشرات خاصة بحساب مساحة المسطحات المائية واستخراج النسب والمساحات، وتقدير دقة التصنيف لنتائج الغطاء الأرضي في حوض البحر الميت . ولتطبيق المناهج السابقة أخضعت الدراسة الى المراحل الآتية :

- مرحلة جمع البيانات والمرئيات الخاصة بمنطقة الدراسة .

- مراجعة أهم الأدبيات السابقة الخاصة بالمنطقة والموضوع والدراسات المحلية، والإقليمية ، وعلى المستوى العالمي من جميع المصادر .

- مرحلة الحصول على الخرائط والمرئيات الفضائية الخاصة بمنطقة الدراسة، والتقارير الخاصة بالمنطقة التي استخدمت لتوضيح البيئة الجغرافية لحوض البحر الميت .

- الخرائط الجيولوجية وتقاريرها، مصدرها (سلطة المصادر الطبيعية) بمقياس 50000: 1 لوحات مادبا والكرك والربة .

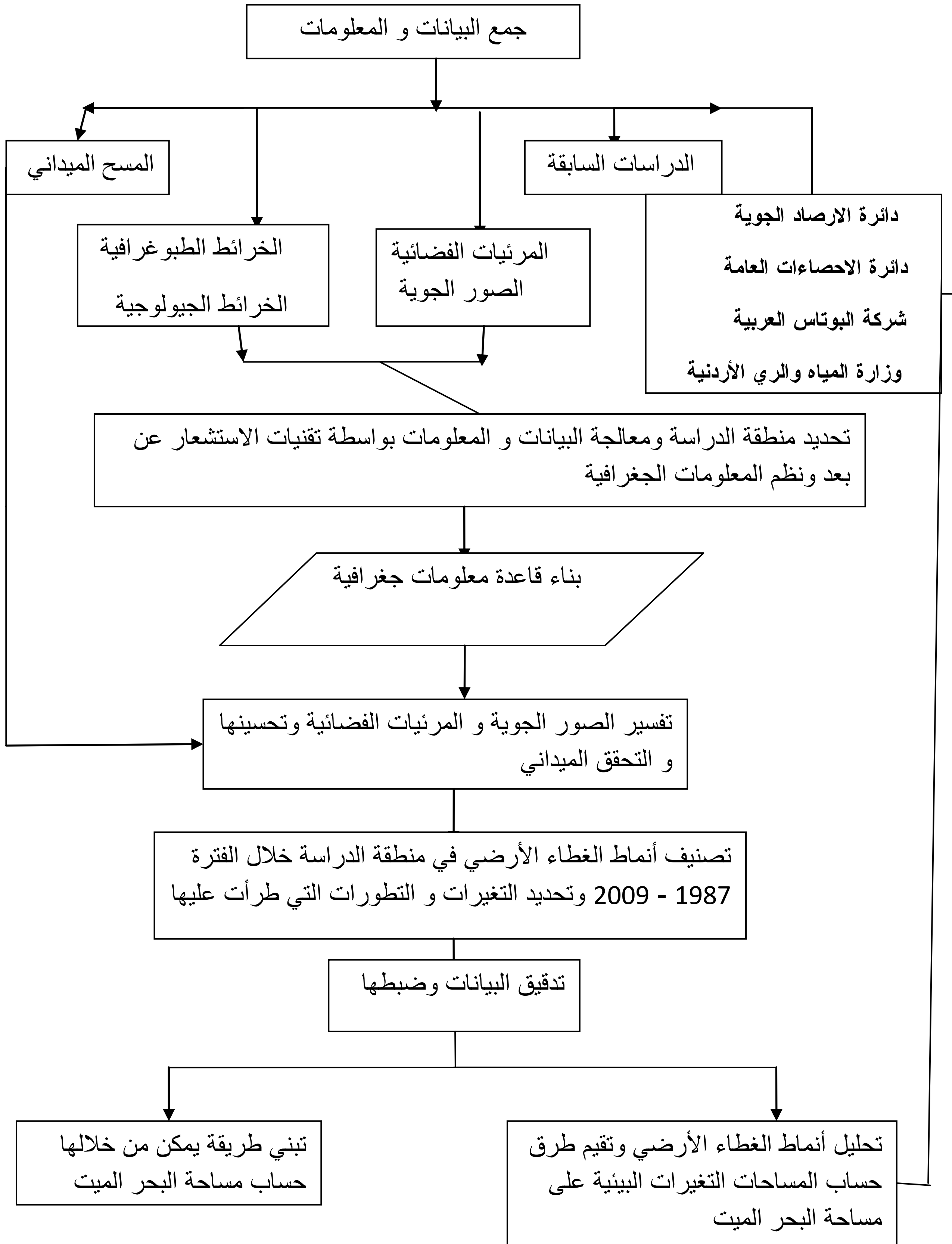
- المرئيات الفضائية المتاحة مرئية ASTER من موقع ASTERGDEM .

- المرئيات الفضائية المستخدمة في الدراسة منLandsat (TM) Thematic Mapper للسنوات 1987 و1996 و 2003 و2009 وهي التي تمكنا من الحصول عليها وقد تم الحصول على المرئيتين 2003 و 2009 بقدرة تمييزية 30 م من موقع اللاندسات باشراف جامعة متشغان الامريكية .

- البيانات المناخية تم الحصول عليها من منشورات دائرة الأرصاد الجوية والمتمثلة ببيانات المحطات المناخية (ديرعلا وغورالصافي) وهي بيانات الأمطار، والحرارة والتبخر والرطوبة النسبية للفترة من (1980 – 2009) ، أما بيانات محطة شركة البوتاس تم الحصول عليها من شركة البوتاس العربية واشتملت على بيانات هطول مطري فقط.

- تم الحصول على بيانات مناسيب البحر الميت ومساحته التقديرية من شركة البوتاس العربية .

- أما البيانات الخاصة بالسكان فتم الحصول عليها من دائرة الإحصاءات العامه



الشكل (1 – 1) يوضح مخطط منهجية الدراسة .

الفصل الثاني

البيئة الجغرافية لمنطقة البحر الميت

2 – 1 الموقع والمساحة

2 – 2 الخصائص الطبوغرافية

2 – 3 التكوين الجيولوجي و التربة

2 – 4 الغطاء النباتي

2 – 5 الخصائص المناخية

2 – 6 المصادر المائية للبحر الميت

2 – 7 الموارد الطبيعية والصناعية

2 – 8 السجل التاريخي لإنخفاض منسوب البحر الميت

2 – 9 السكان

الفصل الثاني

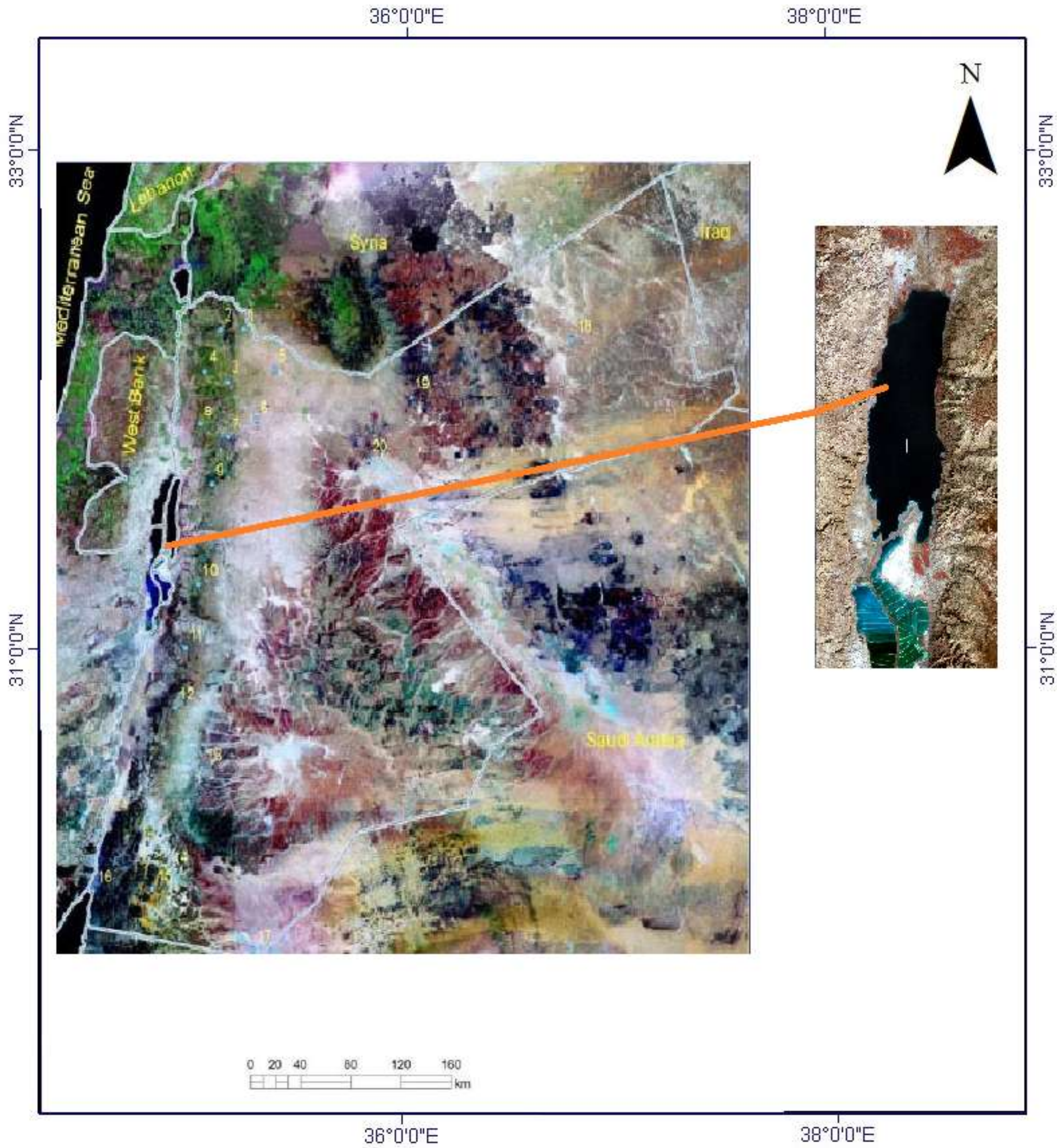
البيئة الجغرافية لمنطقة البحر الميت

التمهيد:

البحر الميت بيئة مناخية وجيولوجية فريدة، تعرضت الى التغير حيث انخفض منسوب البحر الميت و تقلصت مساحته، بتأثير العوامل المناخية المتمثلة في تناقص كميات الأمطار وارتفاع درجات الحرارة، وبالتالي زيادة كميات التبخر الطبيعي، والعوامل البشرية المتمثلة في تحويل أكثر من 95% من المياه الرافدة للبحر الميت، من خلال إقامة عدد من المشاريع المائية على الرافد الرئيسي للبحر الميت (نهر الأردن) من قبل الجانب الإسرائيلي، وزيادة كميات التبخرمن شركات البوتاس على الجانبين وغيرها من الصناعات (وزارة المياه والري الأردنية ،2009)، وللوصول إلى تقييم مناسب للآثار البيئية لانخفاض مساحة البحر الميت والمناطق المحيطة به، خصص هذا الفصل لفهم الخصائص الطبيعية والبشرية والمتمثلة فيمايأتي :

2 – 1 الموقع والمساحة :

البحر الميت بحر مغلق، يمثل أدنى بقاع الأرض، حيث يقع على الحدود الفاصلة بين المملكة الأردنية الهاشمية من الشرق، وفلسطين المحتلة من الغرب، ويقع فلكيا بين خطي طول (22″ 55` 35° - ″ 39` 12° 35) ودائرتي عرض (″42 ` 59 30° - 53″59` 31°) شمالاً و شرقاً جغرافيا يقع البحر الميت بين جبال القدس والخليل من الغرب، وجبال البلقاء ومؤاب والطفيلة من الشرق، وجبال شرق البحر الميت أعلى قليلاً من جبال الجانب الغربي، وأودية وجبال الجانب الغربي أكثر وعورةً من الجانب الشرقي، وأعمق نقطة فيه تقع في الجزء الشمالي الشرقي منه (عابد،1985) .



الشكل (2 – 1) مرئية ETM - Landsat موقع البحر الميت فلكياً

المصدر : التقرير الأولي للبيئة 2008 م .

2 – 2 الخصائص الطبوغرافية :

البحر الميت بحيرة مغلقة و جزء من حفرة الانهدام الأسيو- أفريقية، التي تمتد حتى مسافة 6000 كم من تركيا شمالاً حتى نهر الزامبيزي في أفريقيا جنوباً (Neev and Emery,1967) .

الأراضي الناتجه عن تراجع مساحة البحر الميت :

- الحوض الشمالي :

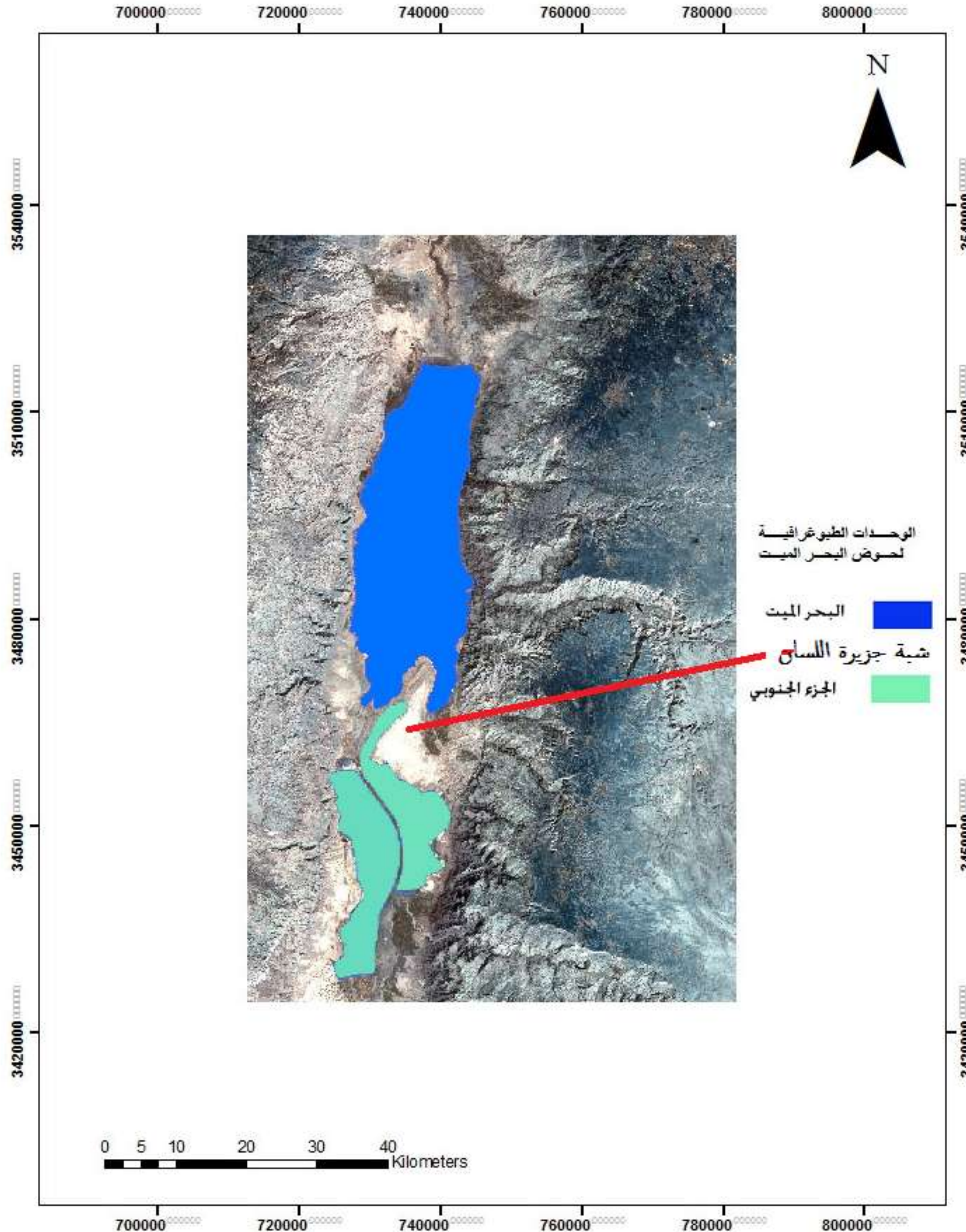
هو الحوض الرئيسِ ، منخفض منبسط القاع، مستطيل الشكل باتجاه الشمال والجنوب وهو أكثر انبساطاً وعرضاً واتساعاً، وعمقاً من الجزء الجنوبي، بسبب رسوبيات نهر الأردن، حيث يصل أقصى عمق الى 400 متر وأعمق نقطة تقع على بعد 5 كم غرب مصب نهر زرقاء ماعين، ولقد قدرها لنش عام 1849م ب 399م تحت مستوى سطح البحر، وتضاريسه أكثر تعرجا من الحوض الجنوبي (عابد ،1985) ، كما في شكل (2 - 2) الذي يوضح الوحدات الطبوغرافية التي تكونت نتيجة تراجع مساحة البحر الميت .

- شبه جزيرة اللسان :

وهو مرتفع يفصل الحوض الشمالي عن الجنوبي اللذين يتصلان عبر مضيق اللسان، ويزداد طول اللسان مع زيادة جفاف البحر الميت، ويبلغ عرض شبه الجزيرة 7 كم وطولها 20 كم (خرفان،2004) ، وتقع اضيق نقاط البحر الميت عند مضيق اللسان بعرض حوالي 2 كم (حبيب والكيلاني ، 2007).

- الحوض الجنوبي :

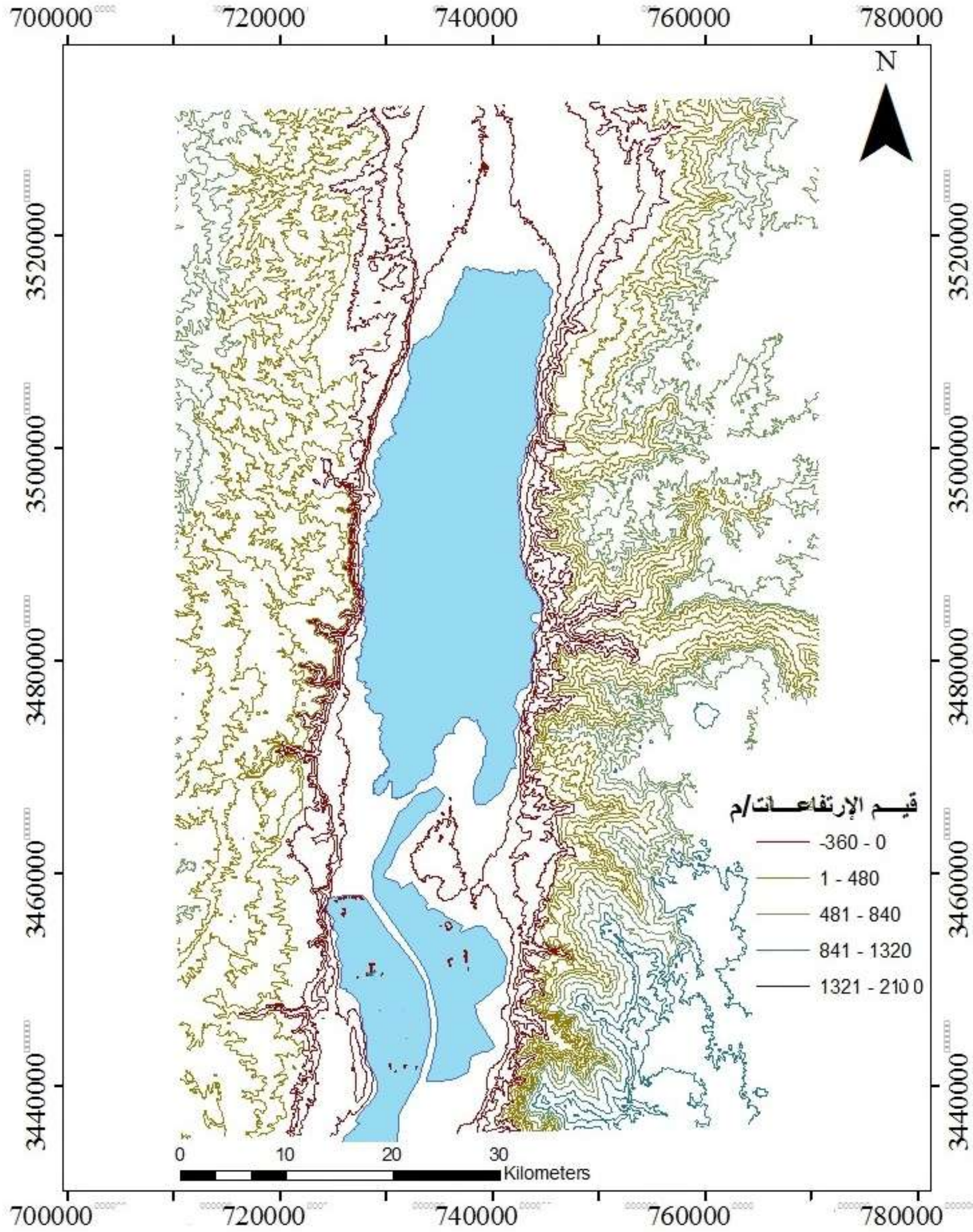
يمتد من جنوب اللسان وحتى غور الصافي وهو أقل اتساعاً وعمقاً من الحوض الشمالي الذي لا يزيد عمقه عن10 م، وقد جف الحوض نهائيا، وتحول إلى برك صناعية واسعة لاستخراج البوتاس (خرفان ، 2004).



الشكل(2– 2) الاراضي الناتجه عن تراجع مساحة البحر الميت مرئية Landsat TM 2009

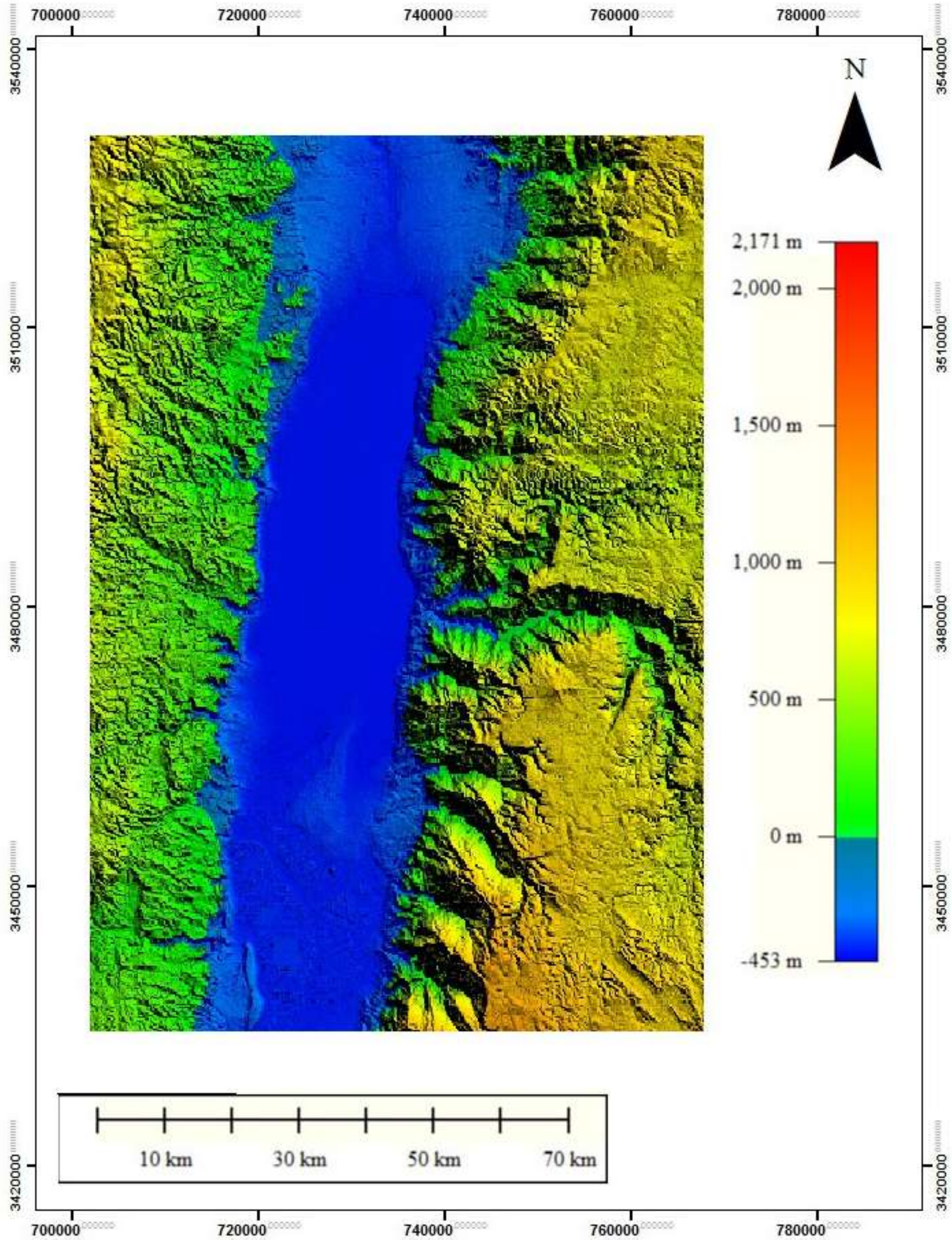
المصدر : إعداد الباحثة .

تتراوح مناسيب سطح حوض البحر الميت بين 360 م تحت مستوى سطح البحر في المناطق القريبة من البحر الميت على الجانبين، وحوالي 2100 م فوق مستوى سطح البحر في الأجزاء الجنوبية الشرقية، وبذلك يتراوح فرق الارتفاع بين أعلى نقطة، وأقل نقطة حوالي 1740 متر، والشكل (2–3) يمثل خطوط الإرتفاعات المتساوية (الكنتور) بينما شكل (2– 4) يمثل نموذج الارتفاعات الرقمي يظهر من خلاله قيم الارتفاعات في المنطقة .



الشكل (2 -3) خارطة خطوط الإرتفاعات المتساوية لمنطقة الدراسة .

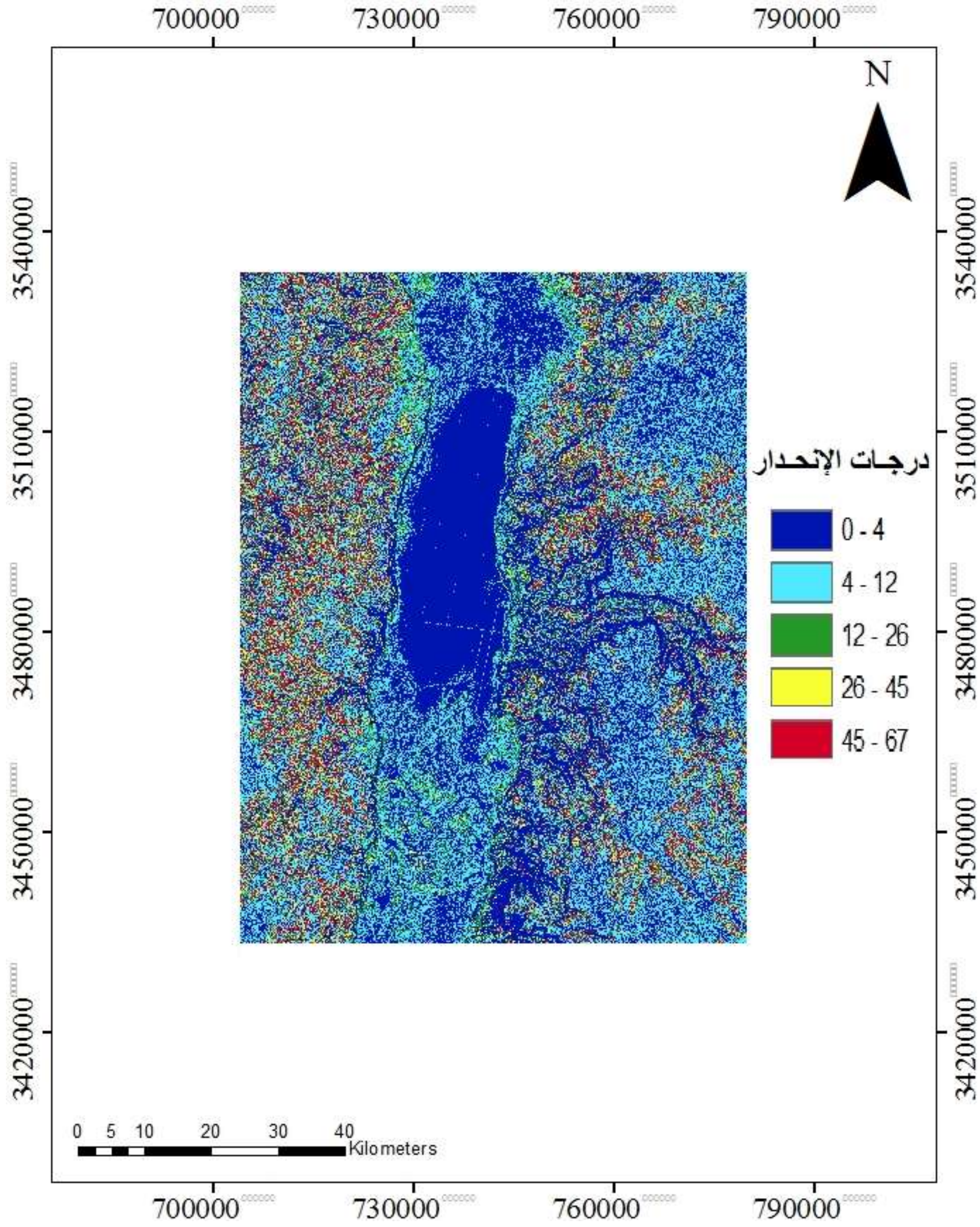
المصدر : إعداد الباحثة بالإعتماد على مرئية ASETER من موقع ASTGDEM.



الشكل (2 – 4) خارطة نموذج الإرتفاعات الرقمية لمنطقة لدراسة.

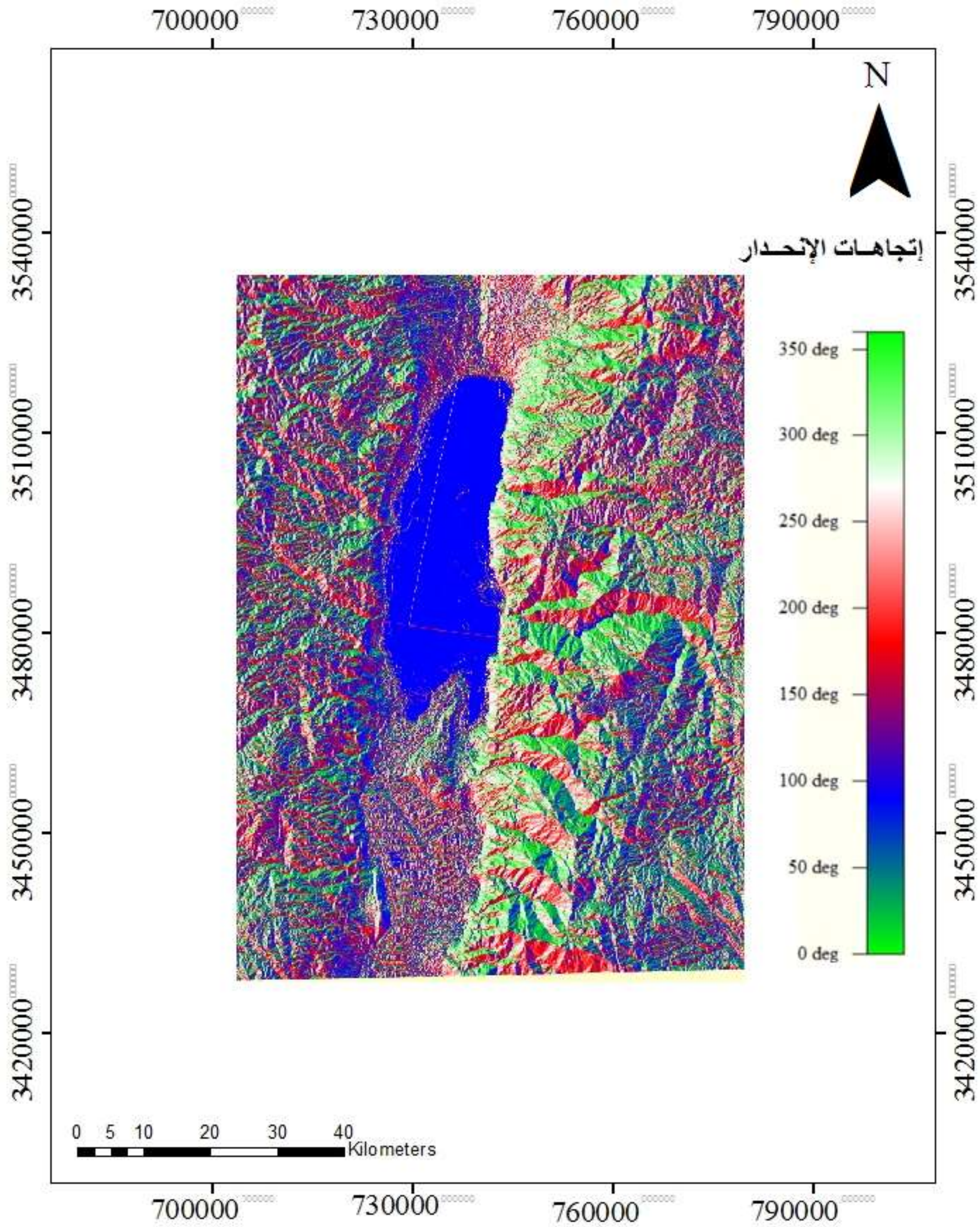
المصدر : إعداد الباحثة بالاعتماد على مرئية القمر الاصطناعي -ASTGDEM - ASTER

تتراوح قيم درجات الانحدار بين (0 -67) درجة وفقا لخارطة درجات الإنحدارالمشتقة من نموذج الإرتفاع الرقمي لمنطقة البحر الميت كما في الشكل (2 – 5) ويلاحظ وجود تفاوت في الإنحدار ما بين جانبي البحر الميت، أي حوالي 67% تقريبا من منطقة البحر الميت يصل إنحداره إلى أقل من 10درجات، حيث المرتفعات الشرقية أكثر إنحداراً وارتفاعاً من مرتفعات الجانب الغربي، وتزداد درجات الانحدار كلما ابتعدنا عن البحر الميت باتجاه الغرب والجنوب الشرقي، أما إتجاه الإنحدار في الجانب الشرقي فيزداد باتجاه الجنوب والجنوب الشرقي، وفي الجانب الغربي يكون باتجاه الشرق وجنوب شرق أي مع امتداد الأودية شكل (2– 6) .



الشكل (2- 5) درجات الإنحدار لمنطقة الدراسة .

المصدر: إعداد الباحثة بالاعتماد على مرئية ASTER - موقع ASTGDEM



الشكل (2 - 6) خارطة إتجاهات الإنحدارلمنطقة الدراسة .

المصدر : إعداد الباحثة بالاعتماد على مرئية ASTER - موقع ASTGDEM

(2 – 3) التكوين الجيولوجي والتربة :

حوض البحر الميت عبارة عن سلسلة من الأحواض الضحلة، الممتدة من بحيرة طبريا شمالاً حتى موقعه الحالي، ففي فترة الميوسين الأوسط أي منذ نحو 21 مليون سنة، إتسعت رقعته واتصلت اجزاؤه وغطت مياهه منطقة واسعة من شمال بحيرة طبريا حتى جنوب حدوده الحاليه بنحو 30كم، ثم تقلصت مساحته بسبب تحول المناخ التدريجي نحو المناخ الجاف منذ50 الف سنة، وتزامن ذلك مع نشوء نهر الأردن ولم يبقى منه الإ بحيرة طبريا في الشمال والبحر الميت في الجنوب ،ووجد ثلاث مستويات تدل على فترات تغيرمستوى سطح البحر، وتعرف بالمصاطب والتي يتراوح إرتفاع أعلاها بين (-200 و – 210 م)، وأوسطها بين (-310 م و -339 م)، أما أدناها هو مستوى سطح البحر الحالي فيتراوح عمقه بين(-380 م و-424 م) (أبو العنيين،1982) .

ويمكن تلخيص التاريخ الجيولوجي للبحر الميت في أن أجساما مائية مالحة أونصف مالحة أو عذبة قد احتلت هذه المنطقه، ففي الفترات المطيرة كانت المنطقة رطبة ورسوبياتها هي رسوبيات المياه العذبة، وفي الفترات بين الجليديه سادت المنطقة ظروف القحل والجفاف وترسبت رسوبيات الجبص والملح والرسوبيات الكمياوية (عابد،1985).

وبالاعتماد على التقارير الجيولوجية ومشروع البحر الميت يتشكل البحر الميت جيولوجيا من التكوينات التالية :

(2 – 3 – 1) التراكيب الجيولوجية :

أهم التراكيب الجيولوجية في منطقة البحرالميت هي الصدوع والالتواءات، أما الطيات المحدبات والمقعرات فأقل أهمية من الصدوع (عابد ،1985) .

– **الصدوع : Faults**

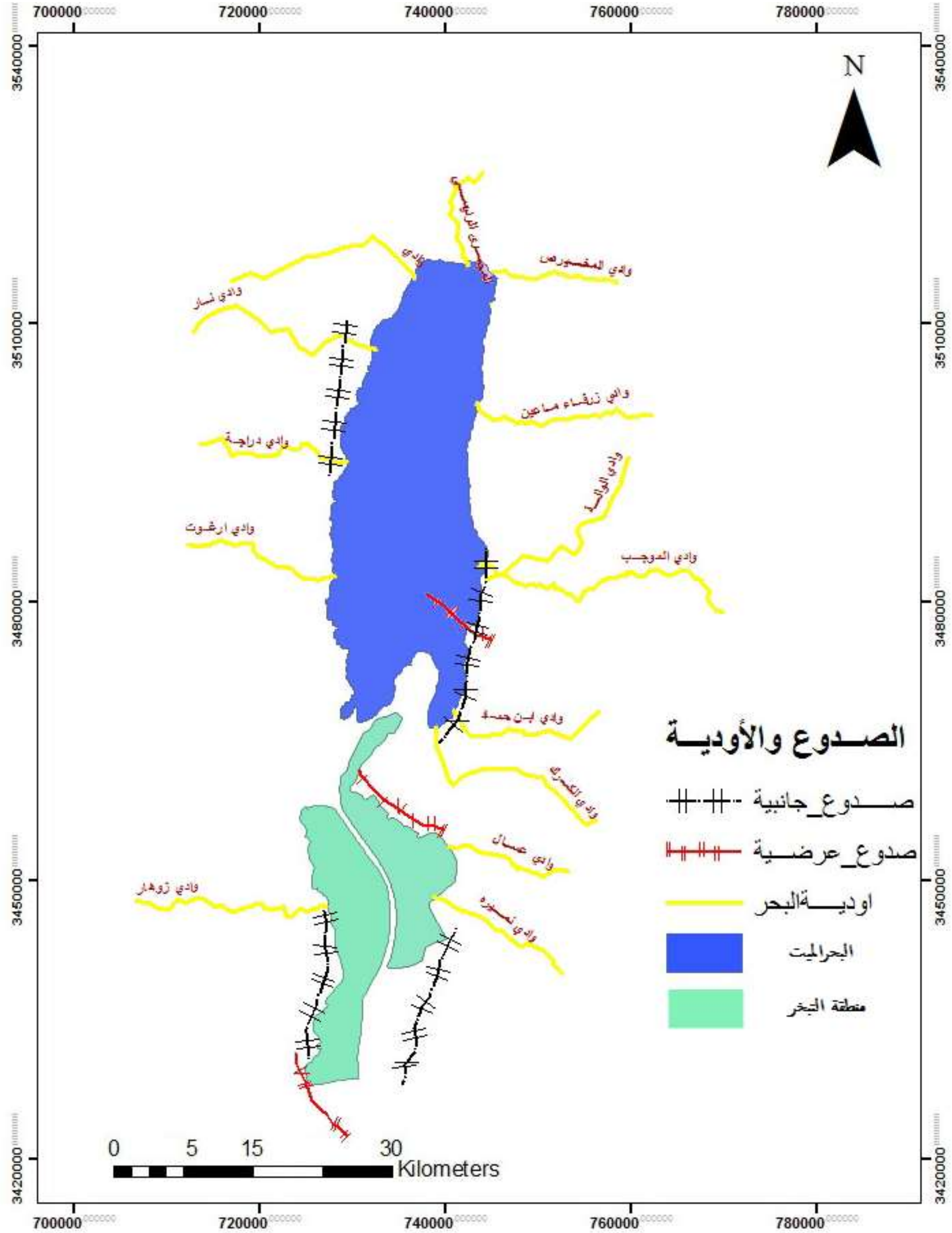
تكونت الصدوع في منطقة البحر الميت بسبب موقع البحر الميت بين حافتين انكسارتين ،ويقدر فرق الإرتفاع بين أعلى نقاط الجبال الشرقية والغربية من جهة وقاع البحر الميت حوالي 1740م تقريبا، في منطقة الدراسة هذا الفارق أعطى تفسيراً لظاهرة الصدوع وهي نوعان كما في الشكل (2 – 7).

- **الصدوع الجانبية :**

تكونت على جانب البحر من الجهة الشرقية والغربية، بين نهايات الجبال و البحر الميت، ويوجد صدعان جانبيان أحدهما على الجانب الشرقي والآخرعلى الجانب الغربي صدع الجانب الشرقي تكون على شكل قبتين أو قوسين في منطقة وادي الموجب، والثاني تكون في وادي الحسا شرق غور الصافي، أما على الجانب الغربي للبحرالميت فهناك صدعا جانبيا ممتداً شمال جنوب ، ويرتفع حوالي 200 م فوق مياه البحر .

- **الصدوع العرضية :**

هذه الصدوع مائلة بزاوية كبيرة على الصدوع الجانبية، وناتجة عن حركة التضاغط على طول الصدوع الجانبية ،وهناك عدد من الصدوع الجانبية في منطقة البحر الميت، منها جرف خنيزيرة الى الجنوب من غور فيفا، وصدع جنوب اللسان، وآخر شماله، ومعظمها تمتد شمال غرب - جنوب شرق التي يبدو أن لها علاقه في تشكل حوضي البحر الميت (عابد،1985) .



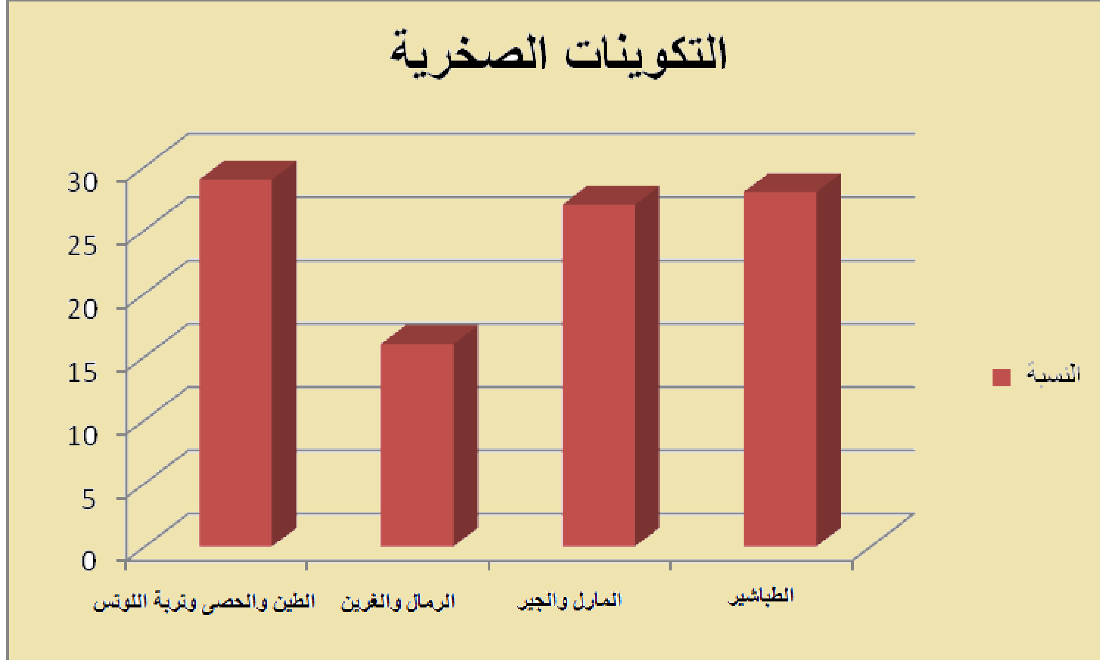
الشكل (2 - 7) التركيب الجيولوجي لأهم (الصدوع والأودية) في منطقة البحر الميت .

المصدر: إعداد الباحثة اعتماداً على بيانات وزارة المياه والري الأردنية (2009 – 2010) .

2 – 3 – 2 التكوينات الصخرية :

أكثر التكوينات الصخرية إنتشاراً ترسبات اللسان وتظهر على الساحل الجنوبي الشرقي للبحر الميت على بعد 3كم من منطقة اللسان، وهي ترسبات بيضاء اللون خليط من معدن الأرغوانيت والجبص، وتعرف محليا باسم الحور وتنتشر في منطقة طواحين السكر، و قرب إسكان مدينة البوتاس وتتكون المناطق القريبة من البحر الميت من صخور صوانية ، وجيرية وصخور الحجر الرملي وتمتد على المجاري المائية ، وبطون الأودية وبالذات على طول المجاري المائيه النشطة (النواصرة،2009)، وفي المناطق المحاذية للبحر الميت تماماً تظهر ترسبات البحر الميت على شكل أملاح رمادية اللون وبسبب تناقص كميات المياه تنتشر ترسبات ملحية بيضاء في النهايات الدنيا لمصبات أودية الكرك ووادي حماد وزرقاء ماعين ودلتا وادي المخيرص (عوده، 1996).

تنتشر التكوينات الحصويه فوق دلتا وادي الموجب، والشقيق، وأبوخشيبه، والمخيرص وفي وادي الكرك حتى منطقة الخرزة (عابد،1985)، وعموماً 28% من منطقة البحر الميت تتكون من الطباشير و27% من تكوينات المارل ، و16% الرمال والغرين والتكوينات الكلسيه و29%من الطين والحصى وتربة اللوتس شكل(2– 8).



شكل (2 -8) نسب التكوينات الصخرية في حوض البحر الميت .

المصدر : إعداد الباحثة إعتمادا على بيانات (Dead Sea Project,2005)

(2 –3 – 3) التربة :

تتكون في المناطق المحيطة بالبحر الميت من المناطق الجافة مناخياً أنواعا من الترب الجافة منها :

- الترب الرملية : تسود جنوب البحر الميت خصوصا غور فيفا والمعموره، وأجزاء من غور الصافي بسبب الترسيب الريحي، و قربها من وادي عربة الذي تنتشر فيه الترب الرملية .

- الترب الملحية : تنتشر على شكل سبخات في المناطق التي تشهد إنحساراً للمياه ،مما شكل بيئة من الترب التي تحتوي على مستويات عالية من الأملاح القابلة للذوبان بالماء مثل كلوريدات الصوديوم والمغنيسيوم، وبروميد المغنيسيوم التي تتواجد شمالاً حتى غور حديثة .

- الترب المنقولة المختلطة بالأملاح تشكلت نتيجة فيضانات الأودية، وتزداد هذه الترب من الشرق إلى الغرب، ثم تعاود الترب الملحية بالظهورعند المياه الساخنة في الزارة، كما تتواجد في شمال البحر الميت في غورسويمه على شكل سبخات ملحية (عابد،1985) .

- الترب الجبسية الجافة: Gypsiorthids

تتواجد هذه الترب مصاحبة للترب الكلسية والكامبية الجافة، وغالبا تتكون ضمن مجموعات الترب التي يكثر فيها الجبس والتي تتواجد في ترسبات اللسان .

- الترب الملحية الجافة :Salorthids

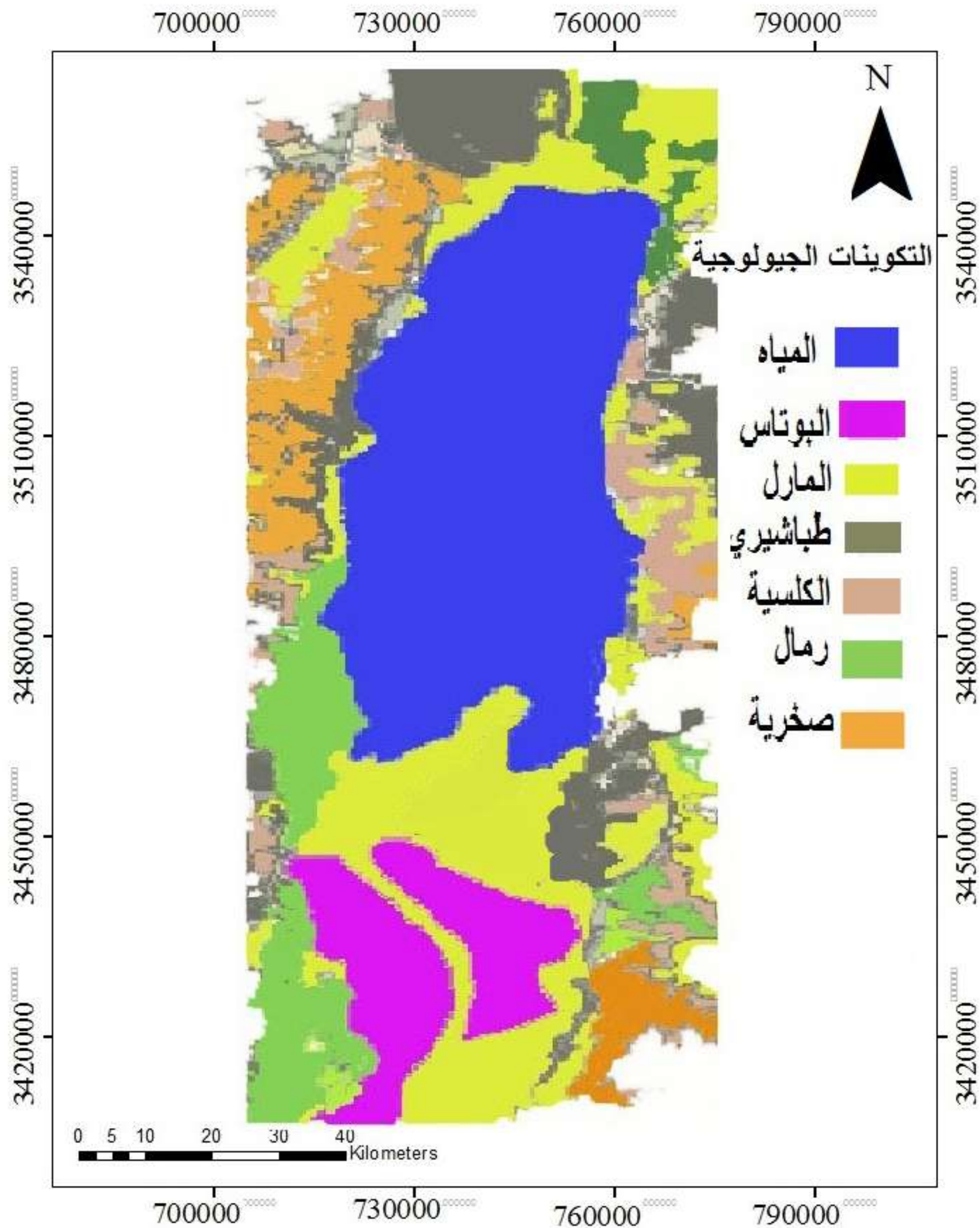
تتواجد بالقرب من البحر الميت بخاصة غور الصافي .

- الترب الغدقة : Hydroquents

تتواجد على طول حدود البحر الميت حيث تكشفت إلى السطح بانخفاض مستوى المياه ، تتميز بقوام طيني ، وترسبات بحرية ، ومحتواها عالٍ من الماده العضوية ؛ بسبب جريان مياه الأمطار القادمة من المرتفعات المحاذية عبر الدلتاوات بالقرب من البحر الميت .

- الترب الرسوبية الغورية :Ustifluvents

محصورة في نهايات الأودية الرئيسة ذات قوام حصوي، عدسية الشكل ليست مالحة (المشروع الوطني لخارطة التربة واستعمالات الأراضي ، 1993).



الشكل (2 – 9) التكوينات الجيولوجية لمنطقة البحر الميت

المصدر : اعداد الباحثة بالاعتماد على (Dead Sea Project ,2005)

2 – 4 الغطاء النباتي :

البحر الميت بيئة فريدة لا يضاهيها بيئة في العالم، فهو أدنى نقطة على سطح الأرض يتصف مناخه بالجفاف ، والحرارة المرتفعة والترب المالحة ، وتبلغ نسبة ملوحة مياهه عند السطح حوالي30% وعند الأعماق تصل الى 34% ؛ أي عشرة أضعاف المسطحات المائية

الأخرى، وتتركب مياهه من مجموعة من المعادن والأملاح التي تستخدم للصناعة والإستشفاء من الأمراض (AbuGhazielh,et.2009) .

يرجع أحد أسباب تسميته بالميت لأن مياهه لا تسمح للكائنات المائية بالعيش فيه الإ بعض أنواع البكتيريا ، والطحالب ، وبعض النباتات التي تتحمل الملوحة العالية والجفاف .

قسم **AL-Eisawi** الأنواع النباتية في حوض البحر الميت الى :

1 - النباتات الملحية : هذا النوع يتواجد في شمال البحر الميت و جنوبه، بسبب تركيبته التي تحتوي على عصاره ملحية عالية ، وتعد من نباتات التحمل ،هذا النوع يتواجدعلى بعد 50 – 100 م عن البحر ، منها الغرقد، والأثل ، والعكرش وغيرها .

وكلما ابتعدنا عن المياه المالحة تنمو نباتات مختلفه منها الشنان ، والسدر اوالدوم والعرطه.

في الجزء الجنوبي خصوصا في منطقة غور الصافي قبل شركة البوتاس العربية ينمو نبات القطف والشيح ،وشجر السدر وغيرها.

2 – النباتات المائية والينابيع : حيث تتواجد حول الأودية على طول الجانب الشرقي للبحر الميت وفي الوسط تتواجد مجموعة من المياه الساخنة والينابيع وأكبرها الزارة حيث تنمو النباتات المدارية والأعشاب الأرضية المختلطة منها الحور الفراتي ، والصفصاف، والطرفه ، وعلى بعد بضع مترات تنمو أشجار السمر (الطلح) والسدر ،وشجيرات الدفلى ، والزقوم .

كما تنمو بعض الشجيرات الصغيرة على مجاري الأودية (وادي الكرك وابن حماد) منها نباتات القطف والحميض ،والحرمل .

3 - النباتات الصخرية : التلال حول البحر الميت ذات تربة فقيرة وجافة ومتدهورة؛ بسبب التعرية والرعي الجائروالتحطيب، وتنمو فيها بعض الأعشاب الصغيره منها الشنان (AL-Esawi,1996) .

2– 5 المصادر المائية للبحر الميت :

تعرضت مصادر المياه في منطقة البحر الميت إلى عمليات استنزاف، مما سرع عملية انخفاض منسوب البحر الميت وبالتالي تناقص مساحته وتدهور البيئة المحيطة به .

تاتي معظم المياه الى البحر الميت من مناطق الكثافة المطرية النسبية لمجرى نهر الأردن، حيث تبلغ مساحة منطقة الرفد المائي حوالي 40.650 كيلومترمربع .

(Salameh and EL-Nasser, 2000) .

المصادر الرئيسة لمياه البحر الميت هي : المياه السطحية والمتمثلة في نهر الأردن ، والأودية والينابيع الجانبية والمصدر الثاني المياه الجوفية وهي كالتالي :

2 – 5 – 1 مصادر المياه السطحية :

من أهم مصادر المياه السطحية المغذية للبحر الميت نهر الأردن، والأودية الجانبية وقد كان إجمالي تدفق المياه السطحية في مراحل الأستنزاف الأولى حوالي 1670 مليون مترمكعب /السنة منها حوالي 1370مليون متر مكعب من نهر الاردن قبل إقامة المشاريع المائية عليه بنسبة 69% (Salameh and EL – Naser, 2000) .

– نهر الاردن :

يعتبر نهر الأردن الرافد الرئيسي لمياه البحر الميت حيث يمد البحر بأكثر من 75%من مياهه والباقي يأتيه عن طريق الأودية الجانبية، ويرفده نهر اليرموك في الشمال ، ونهر الزرقاء في الجنوب وقد أقيم عليهما عدد من المشاريع المائية، بقصد توفير المياه للشرب والزراعة لباقي المناطق ،مما أثر على كمية المياه المتدفقة للبحر الميت، وبالتالي ساهمت في تراجع منسوبه وتسريع عملية تقلص مساحته الى ثلث ما كانت عليه قبل 40 عاماً، وقد قدرت الطاقة الإستيعابيه لهذه السدود حوالي 160مليون مترمكعب (Abu Sharar,2004) ومنذ عام 1964 قامت اسرائيل بتحويل ما بين 600- 700مليون متر مكعب من مياه نهر الأردن لغايات الزراعه والشرب في الأراضي التابعه لها (عابد،1990) بالنسبة للجانب الأردني فقد أقام عدداً من السدود على نهر اليرموك بسعه تخزينية حوالي 326 مليون متر مكعب ، وأقامت سوريا عدداً من المشاريع المائية مما أدى الى خفض كمية المياه المتدفقة للبحر الميت من 1600مليون متر مكعب الى حوالى 150مليون مترمكعب (وزارة المياه والري الاردنية،2010م).

– الأودية :

تتدفق الى البحر الميت كميات من المياه من الأودية التي تضاءلت بعد بناء السدود على مجاري الأودية في كلا الجانبين والجدول (2 – 1) يوضح كميات تصريف الأودية في شرق البحر التي تصب في البحر الميت منها وادي الموجب حيث يبلغ إجمالي تصريفه في البحر حوالي 1659.9 م م^3 مكعب حتى عام 2007 ، وادي الوالة بلغ إجمالي تصريفه حوالى 711.3 م م^3 حتى عام 2003 ، وادي الكرك1326.9م م^3، وادي الملاقي حيث يبلغ إجمالي تصريفه حوالي 4623.2 م م^3 تصل الى البحر الميت مباشرة، وادي الحسا بلغ إجمالي تصريفه حوالى

450.5 م³، أما غرباً فتأتيه كميات لا بأس فيها من عين الجدي وبعض الأودية الجانبية الغربية ، و الشكل (2 – 7) توزيع الأودية على الجانبين للبحر الميت حسب بيانات (وزارة المياه والري الأردنية ، 2010 م).

الجدول (2 – 1) أودية الجانب الشرقي للبحر الميت وكميات تصريفها

الأودية	كميات التصريف/متر مكعب/ سنويا	فترة التسجيل
وادي الوالة	4711.3	1984 – 2003
وادي الموجب	1659.9	1984 – 2007
وادي الكرك	1326.9	1984 – 2007
وادي الملاقي	4623.2	1984 – 2009
وادي نميره	238.3	1984 – 1999
وادي عسال	337.6	1984 – 1999
وادي الحسا	450.5	1984 – 2009

المصدر : إعداد الباحثة بالإعتماد على بيانات وزارة المياه والري الاردنية ، 2010م .

2 – 5 – 2 الينابيع في حوض البحر الميت :

تشتهر منطقة البحر الميت محلياً وعالمياً بالينابيع الطبيعية، إذ بلغ مجموعها على الجانب الشرقي حوالي 200 نبع، وهي نوعان، الينابيع الساخنة والتى تنبع من المياه الجوفية العميقة ، والينابيع العذبة التي مصدرها طبقات المياه الجوفية ، وتصل درجة حرارة الماء في هذه الينابيع بين 35 درجه مئوية و 63 درجة مئويه في منطقة الزارة والتي يبلغ عددها حوالي 43 نبعا متسلسلا، وحجم متوسط تصريفها حوالي 80 مليون متر مكعب (وزارة المياه والري الأردنية ،2010)، اما بالنسبة لينابيع الجانب الغربي، هناك مجموعة من الينابيع الممتدة من الشمال إلى الجنوب منها عين السلطان، و زوهار و الينابيع الساخنة منها عين تمارا، والعوجا .

2 – 5 – 3 موارد المياه الجوفية في حوض البحر الميت :

تتواجد كميات المياه الجوفية في جزئين من التكوينات الصخرية في منطقة البحر الميت حيث يتواجد الأول منها في الجزء العلوي من تكوينات الحجر الجيري ، والثاني في تكوينات الحجر الرملي وهما منفصلين عن بعضهما .

الجزء العلوي من المياه الجوفيه المتجددة المصدر الرئيسِ لتغذيتها الأمطار وتستخدم للأغراض المنزلية ، وأغراض الري وسمك المتوسط منها بين (200 - 250م)، أما الجزء السفلي في طبقة الحجر الرملي تستخرج مياهها للأغراض المنزلية والزراعية والصناعية، أما بالنسبة لينابيع الجانب الغربي مصدر تغذيتها الأمطار، ويلعب التركيب الجيولوجي دوراً في تحديد إتجاه تدفق المياه الجوفية، ففي المنطقة الشمالية تتدفق المياه الجوفية من الشمال والشمال الشرقي حيث قامت اسرائيل بحفر ما يزيد على 100 بئر؛ لسحب المياه التي تغذي البحر الميت والمنطقه الوسطى غرب وادي الاردن تتدفق شرقاً وجنوب شرق، أما في المنطقة الجنوبية تتدفق من المرتفعات الى البحر الميت (Dead Sea Project, 2005).

وبسبب الاستنزاف في استخدام المياه الجوفية وتناقص كميات المياه المغذيه لها انخفضت من 220م م^3 في سنوات الاستنزاف الأولى إلى 70م م^{3}حتى عام 1998 .

(Salameh and EL-Naser, 2000) .

1 -6 الخصائص المناخية

يعد المناخ من أهم العوامل الطبيعية التي أثرت في إنحسارمساحة البحر الميت، وانخفاض منسوبه، ويعد البحر الميت مؤشراً ممتازاً للتغيرات المناخية الحديثة التي طرأت على منطقة بلاد الشام (النواصرة ، 2009)، فهو مناخ متغير بدرجة كبيرة، فنتيجة لإزدياد التساقط المطري في بعض الأزمنة ارتفع مستوى سطحه، وكذلك تناقص الأمطار أدى الى تناقص مساحة البحر الميت وبالإضافة الى ارتفاع درجات الحرارة، وإزدياد عمليات التبخر يسود المناخ المداري الجاف الحارفي معظم مناطق البحر الميت والذي يمتاز بندرة الأمطار وتباينها من سنة لأخرى، ويقل المعدل السنوي للأمطار في هذا المناخ عن 100ملم (شحاده ،1990)، عموما يتصف مناخ البحر الميت بالجاف الحار صيفاً والمعتدل قليل الأمطار شتاءاً حيث يبلغ معدل الحرارة السنوي أكثر من25 درجة مئوية.

ولتحليل معدلات الأمطار والحرارة والتبخر السنوية والرطوبة النسبية، أستخدمت بيانات محطات الرصد المناخية من منطقة الرفد المائي في شمال البحر الميت الى محطات جنوب البحر الميت، وهي محطة ديرعلا شمال البحر الميت على منسوب 224م تحت مستوى سطح البحر، ومحطة نميره (بيانات هطول مطري فقط) والتي تقع على منسوب 342م تحت مستوى سطح البحر، ومحطة غور الصافي في جنوب البحر الميت وتقع على منسوب 350 م تحت مستوى سطح البحر في الفترة ما بين (1980 – 2009م) كما في جدول (2 – 2).

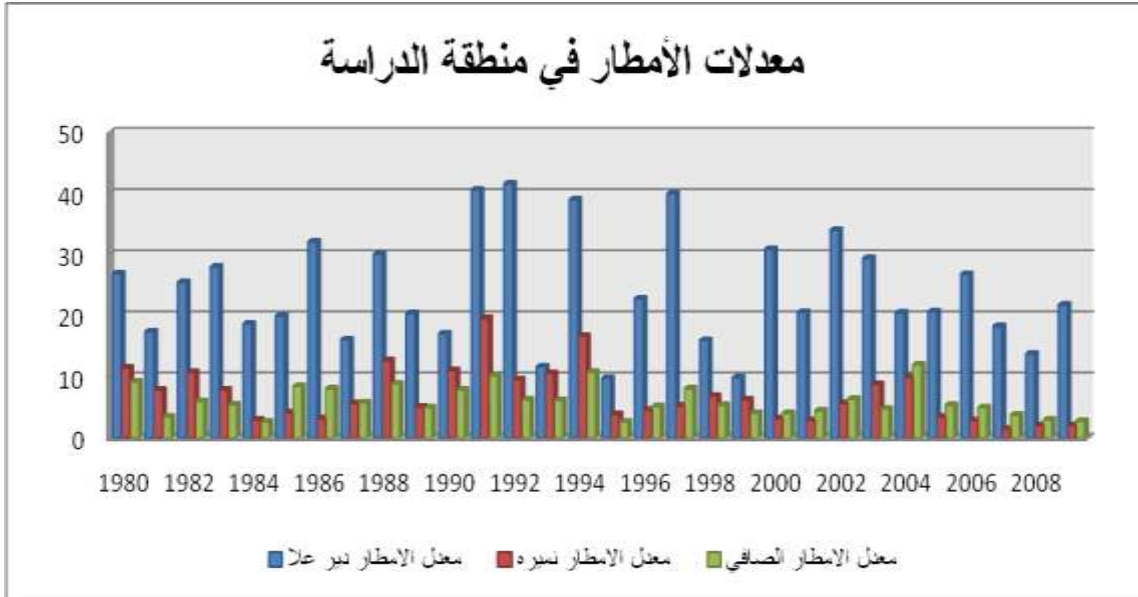
الجدول(2- 2) المحطات المناخية المستخدمه في الدراسة وفترات تسجيلها .

المحطة	خط الطول/ شرق		دائرة العرض/ شمال		المنسوب /تحت مستوى سطح البحر(م)	فترة التسجيل
	دقيقة	درجة	دقيقة	درجة		
دير علا	37`	35°	13`	32°	-224	1980 - 2009
شركة البوتاس	31`	35°	08`	31°	-342	1980 - 2009
غور الصافي	28`	35°	02`	31°	-350	1980- 2009

المصدر :إعداد الباحثة اعتماداً على نشرات دائرة الارصاد الجوية وشركة البوتاس العربية(2009م)

2 – 6 – 1 الأمطار:

يتضح التغير في متوسط الهطول المطري على طول التدرج الجغرافي للمنطقة ، وإختلاف معدلات الهطول المطري من الشمال الى الجنوب ، والملاحظ تناقص الهطول المطري كلما اتجهنا الى الجنوب، حيث يبلغ الحد الأقصى لهطول الأمطار حوالي 270ملم في محطة ديرعلا في الشمال عام 1991 م بمعدل 42 ملم، والذي يعد أكثر سنوات الدراسة تساقطا للمطر، ففي محطة شركة البوتاس وصلت معدلات الهطول المطري إلى 19.5 ملم في العام نفسه، يفسر هذا التباين بتذبذب تأثير المنخفضات الجوية، وبالتالي تغير المناخ من مناخ البحر المتوسط الى المناخ المداري الجاف، أما محطة غور الصافي فقد بلغ معدل الهطول السنوي حوالى34.2 ملم شكل (2 - 10) وبشكل عام حوالى أكثر من 60%من الهطول المطري يتمركز في الأشهر كانون أول وكانون ثاني وشباط وآذارفي كل محطات منطقة الدراسه.



شكل (2-10) معدلات الامطار السنوية في محطات ديرعلا والبوتاس وغورالصافي(1980-2009)

المصدر: إعداد الباحثة اعتماداً على بيانات النشرات السنوية لدائرة الارصاد الحوية وشركة البوتاس العربية ،2009م .

2 –6 – 2 الحرارة:

تعد درجة الحرارة المرتفعة من المميزات الخاصة بمنطقة البحر الميت صيفا، وإعتدالها شتاءاً، مما أضفى على هذه المنطقة سمة التميز المناخي بإعتبارها منطقة جذب سياحي خصوصا في فصل الشتاء إضافة الى السياحه العلاجية، وساهمت درجات الحرارة المرتفعة في زيادة نسبة التبخر الطبيعي في منطقة البحر الميت، مما أدى الى تسارع انخفاض منسوبه و تناقص مساحته، ويتضح تأثير العوامل الطبيعية من خلال درجات الحراره المسجلة حيث تتزايد معدلات درجات الحرارة العظمى الشهرية كلما اتجهنا من الشمال إلى الجنوب، حيث بلغت معدلات درجات الحرارة في كانون الثاني 10درجات مئوية في المنطقة الشمالية، أما في المنطقة الجنوبية فتصل الى حوالى 20 درجه مئوية في نفس الشهر، وفي شهر آب ترتفع الى25.7 درجه مئوية في شماله وبمعدل 29.2 درجة مئوية في جنوبة، وبالتالي فان موسم الجفاف يبدأ من شهر نيسان حتى شهر تشرين أول حوالى 7 شهور، وفي بعض المناطق الشرقيه تصل شهور الجفاف الى 10 أشهر، وتكون درجة حرارة البحر أدنى من درجة حرارة الأرض في فصل الشتاء، والعكس خلال فصل الصيف وهذا نتيجة المحدودية في كميات المياه وكثافتها .

الجدول (2 - 3)معدلات الحرارة الصغرى والعظمى لشهور كانون ثاني وآب والرطوبة النسبية و مجموع التبخرالكامن من (1980 – 2009 م) .

المحطة	درجات الحرارة العظمى شهر (آب)درجة مئوية	درجات الحرارة الصغرى شهر (كانون ثاني) درجة مئوية	الرطوبة النسبية /%	مجموع التبخر /مم سنويا
دير علا	25.7	10	54.5	2000
غور الصافي	29.2	20	51.1	2200

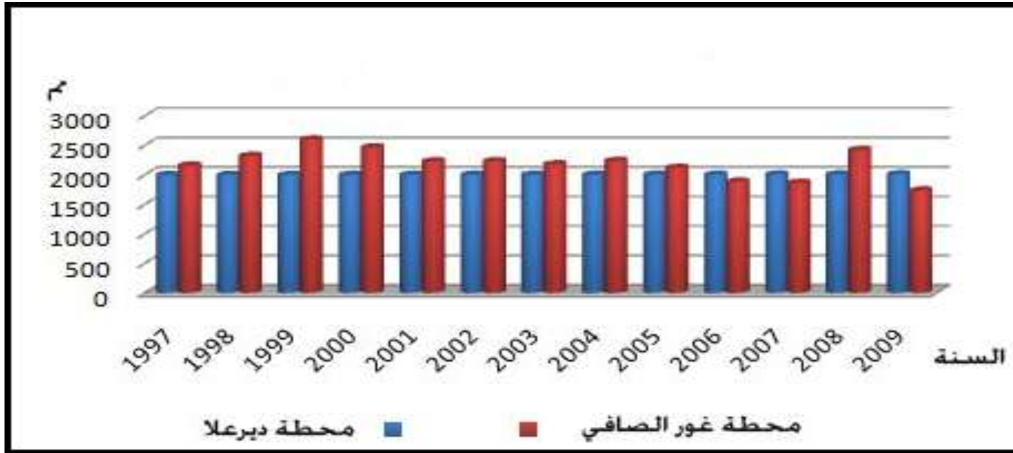
المصدر:اعداد الباحثة إعتماداً على النشرات السنوية دائرة الارصاد الجوية ،2009م

2 – 6 – 3 الرطوبة النسبية :

تتباين الرطوبة النسبية ما بين المناطق الشمالية والجنوبية، في محطات منطقة الدراسة حيث وصلت الرطوبة النسبية في جنوب البحر الميت محطة غور الصافي الى 51 % وترتفع أحياناً لتصل الى 60%، وسبب ارتفاعها هو الاستجابة لعنصرالارتفاع عن مستوى سطح البحر ما بين المناطق الشمالية والجنوبية وتأثير العناصر المناخية الأخرى .

2– 6– 4 التبخر :

تعتمد كميات التبخرعلى العناصر المناخية الأخرى من درجات حرارة ورطوبة نسبية وسرعة الرياح بالاضافة الى درجة حرارة سطح المياه وملوحتها حيث يتراوح مجموع التبخرالكامن بين 2000ملم/ سنويا في محطة ديرعلا و2200 ملم /سنوياً في محطة غور الصافي والشكل (2 -11) يوضح معدلات التبخر في الفترة بين (1997 - 2009) لمحطات ديرعلا وغورالصافي حيث يلاحظ ارتفاع معدلات التبخر في جنوب البحر الميت عن شماله وهذا يفسر تأثيرعنصر التبخر على تناقص مساحة البحر الميت في المنطقة الجنوبية عنها في الشمالية وتأثر السواحل الجنوبيه عن الشمالية بالانحسار مساحاتها .



الشكل (2 – 11) المجموع السنوي للتبخر في محطات ديرعلا وغور الصافي الأرصاد الجوية 2009م.

2 – 7 الموارد الطبيعية والصناعية :

البحر الميت غني بالموارد المعدنية والأملاح، من البوتاس والبروميد والمغنيسيوم والأملاح وغيرها من المعادن، وقد تم إستغلالها على نطاق واسع من خلال شركات استثمارية، مما ساهم في خفض منسوب البحر الميت وتقلص مساحته، ومن هذه الأنشطة الصناعية الكبرى والتي تتواجد على طول الساحل الجنوبي للبحر الميت :

– **استخراج المعادن** : أنشأت شركة البوتاس العربية على الجانب الشرقي ويبلغ إجمالي الإنتاج الحالي من البوتاس والأملاح حوالى مليونين طن/سنويا من البوتاس وغيرها من الأملاح ، وهي في تزايد مستمر كما في شكل (2 – 12) حيث تزداد كميات الأنتاج من عام لآخر، وهذا يعني زياده في عمليات التبخر وبالتالي تسريع عملية إنخفاض منسوب البحر وتقلص مساحته، وتراوحت كميات المياه المستهلكة على الجانب الاردني حوالي 200مليون متر مكعب سنويا، بالمقابل على الجانب الغربي شركة البوتاس الاسرائيلية، التي بلغ إجمالي إنتاجها من البوتاس حوالي 2.5 مليون طن/سنويا وكميات المياه المستهلكة حوالي 250 مليون متر مكعب (البوتاس ،2010)، وقد تأسست جملة من الشركات في المجال نفسه منها شركة مصنع البروميد، ومصنع ملح الصافي والتي تمتلك قدره على إنتاج 1.5 مليون طن من الاملاح الصناعية وغيرها من أصناف الملح للغذاء .



الشكل (2 – 12) كميات انتاج شركة البوتاس العربية من(1986 – 2009م) .

المصدر : إعداد الباحثة بالإعتماد على بيانات شركة البوتاس العربية 2009م .

– صناعة مستحضرات التجميل :

أنشئ على الجانب الشرقي العديد من المصانع الصغيرة التي تعمل في مجال صناعة مستحضرات التجميل، إنتاجها منخفض لا يغطي سوى نسبة قليلة من السوق الدولي لمنتجات البحر الميت، أما على الجانب الغربي هناك عدداً من مصانع مستحضرات التجميل وكميات إنتاجها مرتفعة يغطي حوالى 58 % من السوق الدولية لمنتجات البحر الميت ويصدر حوالى 91 % من انتاجه (Dead Sea Report, 2005) .

– إستخراج المواد الخام :

تركز هذه الصناعات على إستخراج الغرين ، والرمال ، والحصى كمواد أساسية للبناء وتوجد في مناطق غور الرامة والكرامة وماعين .

– الزراعة الصناعية :

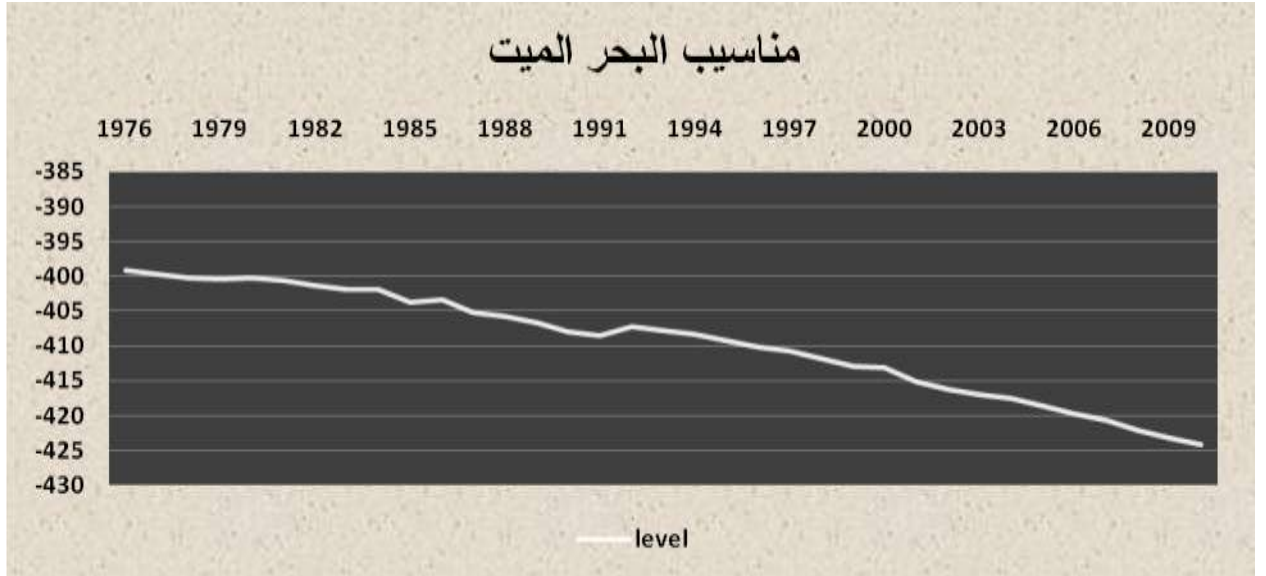
أقيمت مصانع لتعبئة الفواكة والخضروات وتصنيفها ، بالإضافه الى بعض الصناعات التي تدعمها منها مصانع البوليسترين على كل من الجانبين وغيرها من الصناعات الناشئة . (FOEME ,1996) .

8 – 2 السجل التاريخي لإنخفاض منسوب البحر الميت :

تغير منسوب البحر الميت مرات عديدة في الأزمنة السابقه ، ففي الفترة الممتدة بين 1400ق.م إلى 800 ق.م وصل فيها مستوى سطح البحر ، بحدود 385م تحت سطح البحر ، ومن القرن الأول الميلادي الى عام 1950 م، وصل مستوى سطح البحر حوالى 392 م تحت مستوى سطح البحر، وكانت العوامل المناخية وارتفاع نسبة التبخر وتباين كميات الأمطارمن أهم العوامل التي أثرت في إنخفاض منسوب البحر(Frumkin.et al .2001) .

في الفترات السابقة كانت نسبة ما يفقده البحر الميت بالتبخر تقريبا مساوية لما يتدفق اليه من مياه ، وبعد عام 1963 ونتيجة لتحويل مياه الرافد الرئيس للبحر الميت (نهر الأردن) وإقامة المشاريع المائية على مصادر المياه التي تغذي مياه البحر الميت وبالتالي انخفض منسوبه وتناقصت مساحته حتى جف الجزء الجنوبي نهائيا في عام 1990 م .

الشكل (2 – 13) يوضح مستوى سطح البحر الميت بين أعوام 1976 م – 2010 م ، نلاحظ التدرج في انخفاض منسوب البحر الميت ، حيث إنخفض منسوب البحر الميت حوالي 25م تحت مستوى سطح البحر خلال 34 عاما ،ويلاحظ مقدار تأثير عام 1991 م على إرتفاع منسوب البحر حيث شهدت تلك السنه هطولاً كثيفاً للأمطار.



الشكل (2 – 13) مستوى سطح البحر الميت للفترة من (1976 – 2010 م) .

المصدر : إعداد الباحثة إعتماداً على بيانات شركة البوتاس العربية 2010 م

أما بالنسبة لمعدلات انخفاض منسوب البحر الميت لنفس الفترة (1976 – 2010 م) كما في الشكل (2– 14) يتضح ان المعدل العام لانخفاض مساحة البحر الميت بمعدل 80 سم سنويا وتعد سنة 1980 أقل السنوات إنخفاضا في المنسوب إذ وصل بحدود 30 سم فيها وأعلاها كانت في سنة 1987 والتي كانت بداية إختفاء الجزء الجنوبي حتى اختفى نهائيا في عام 1990



الشكل (2 – 14) معدلات إنخفاض منسوب البحر الميت (1976 – 2010) .

المصدر : إعداد الباحثة إعتماداً على بيانات شركة البوتاس العربية 2009 .

2 – 9 السكان

يتمركز السكان في المناطق المحيطه بالبحر الميت على الجانبين الشرقي والغربي، الأردنيون على الجانب الشرقي ، والفلسطينون والأسرائيلون على الجانب الغربي ، سكان حوض البحر الميت مختلفو الثقافات والأقتصاد والسياسة ، ويعتمد السكان بالدرجة الاولى على زراعة المحاصيل الغذائية، وأكبر نشاط اقتصادي هو إستخراج المعادن وأهمها البوتاس والبروميد، وتعد السياحة مورداً هاماً في هذه المناطق ومساهما في الناتج الاجمالي المحلي.
(DeadSea Report,2006)

- السكان على الجانب الشرقي (الأردنيين) :

يقدر عدد السكان بحوالي 54000 نسمة، ففي المناطق القريبة من الساحل يبلغ عدد سكانها حوالى 17 الف نسمة موزعين على النحو التالي، منطقة غور المزرعة، وهي أقرب المناطق الى الساحل حيث تبعد 2كم عن الساحل ويسكنة حوالى 5500 نسمة، غور الصافي

يبعد حوالي 30كم ويبلغ عدد سكانه حوالي 9500 نسمة، أما مدينة البوتاس العربية تبعد حوالي 10كم وعدد سكانها 2000 نسمة (دائرةالاحصاءات العامة ،2010)، يعمل غالبيتهم في زراعة الفواكة والخضروات، وتشهد هذه المناطق كثافة سكانية أعلى منها في الجانب الغربي.

وتقع شركة البوتاس العربية على الجانب الشرقي من البحر الميت، وتوظف حوالي 300 شخص بالإضافة إلى إقامة بعض الفنادق على هذا الجانب، ويتميز سكانه بانخفاض معدل دخلهم المعيشي (شركة البوتاس العربية ،2010).

- السكان الفلسطينون: على جانب البحر الميت الغربي يقيمون في تجمعات حضرية، وريفية وفي مخيمات اللاجئين، وقدرأعداد السكان في عام 2002حوالي 512.238 نسمة، وتقع معظم التجمعات في الجزء الغربي، ويعتمدون على تربية المواشي (الأغنام والماعز)، ويمارسون الزراعة الحقلية والصناعات التحويلية وبشكل عام مستوى دخلهم المعيشي منخفض جدا .

- الإسرائيلين : على الجانب الغربي ايضا يوجد مجموعة من المستوطنات الإسرائيلية الزراعية التي تسمى (الكيبوتسات)، ويسكن فيها حوالي 1500 نسمة أقل كثافة سكانية من المناطق الأخرى، يزرعون الخضروات، وأكبر نشاط صناعي هو التعدين في البوتاس، والمستوى المعيشي مرتفع مقارنه بباقي سكان المنطقة (Dead Sea Report,2006) .

الفصل الثالث

منهجية حساب المساحات وتصنيف الأراضي في منطقة البحر الميت باستخدام تقنيات الإستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية .

3 - 1 تمهيد

3 – 2 الإجراءات المتبعه لمعالجة المرئيات الفضائية وتفسيرها

3 – 3 تصنيف المرئيات الفضائية

3 – 4 مؤشرات حساب مساحة البحر الميت باستخدام تقنيات (GIS & R.S)

3– 1 تمهيد:

يختلف تفاعل الأشعة الكهرومغناطيسية مع أسطح الأهداف الأرضية؛ وذلك لأن الغطاء الأرضي عبارة عن المواد والأجسام المكونة له، وبذلك يختلف تفاعل الأشعه الكهرومغناطيسية الساقطة على هذه الأجسام من انعكاس وامتصاص حسب خصائص الأجسام وصفاتها، وبذلك يمكن تمييز المعالم الأرضية من تربة ونبات وماء من خلال الانعكاسات الطيفية المختلفة التي تظهر على المرئية وتساعد تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في مراقبة الظواهر وتحليلها على الأرض ويمكن من خلال تقنيات الإستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية من مراقبة وحساب مساحات المسطحات المائية وتصنيف الغطاءات الأرضية ، وحساب نسبة التغير في كل الأصناف المكونة للغطاء الأرضي والتي تؤثر في تشكيلها (Lillesand,et.,2004).

3 –2 الإجراءات المتبعة قبل البدء بمعالجة المرئيات

3 – 2 – 1: البرمجيات المستخدمة في الدراسة Pre-processing Step

الجدول (3 -1) يوضح البرمجيات المستخدمة وطرق المعالجة التي تمت عليها والمرئيات التي تم استخدامها لتحقيق أهداف الدراسة.

3–2 – 2 المرئيات الفضائية المستخدمة في الدراسة :

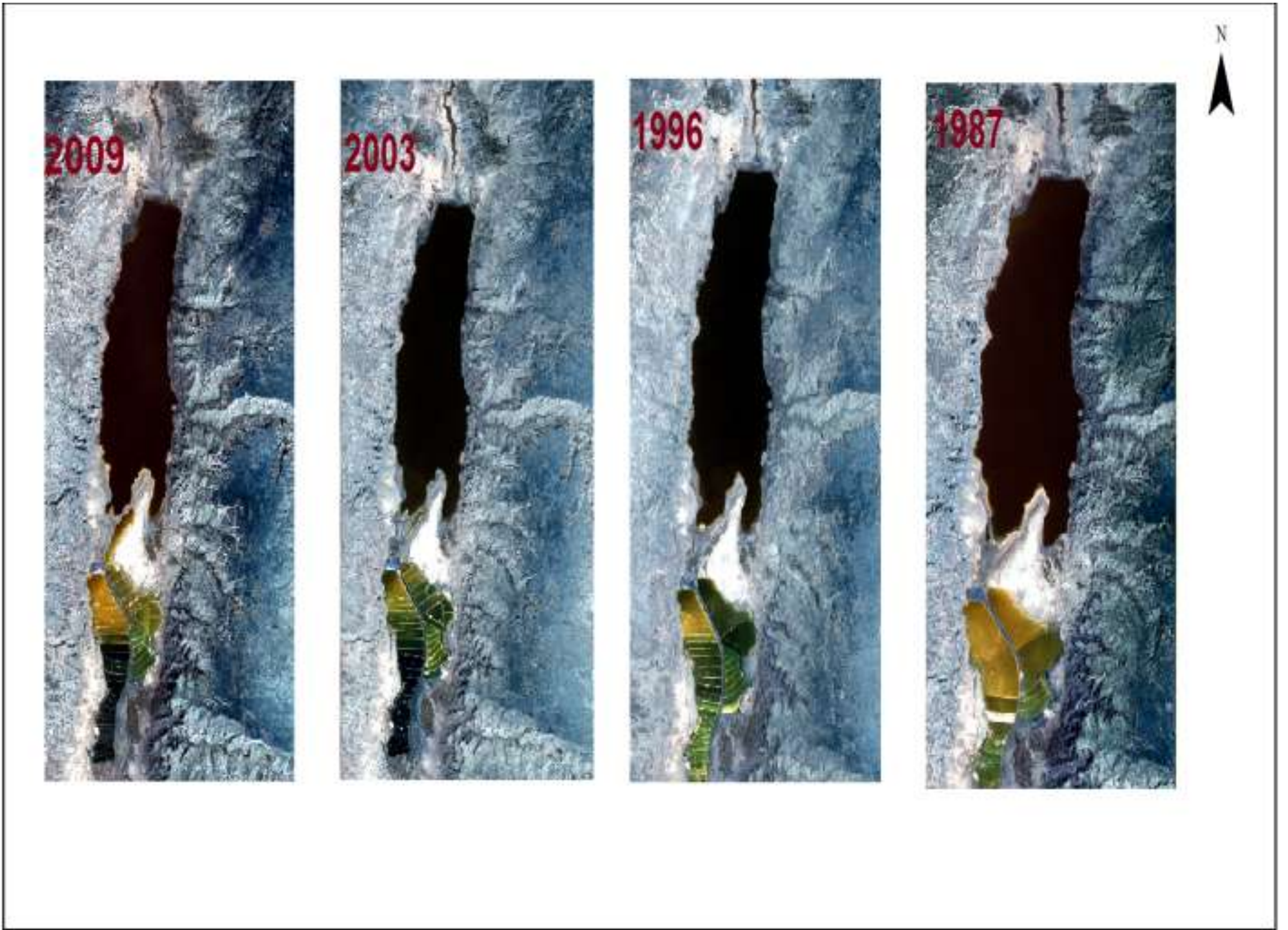
استخدمت أربع مرئيات فضائية لمنطقة البحر الميت من القمر الصناعي لاندسات -Landsat TM - Thematic Mapper (التي استطاعت الباحثة من الحصول على بعضها وشراء بعضها) بيانات خالية من السحب، والملتقطة في سنوات مختلفة وهي آذار1987تموز1996، وتشرين أول 2003 وكانون ثاني 2009، كما في الشكل (3 -1). تتميز بيانات Landsat TMبتعدد أبعادها الطيفية وإتساعها، (أطوال الموجات التي تم التقاط البيانات عليها)، حيث يسجل البيانات على سبعة موجات طيفيه، ثلاث منها في الجزء المرئي وموجه تحت الحمراء القريبة وموجتان تحت الحمراء المتوسطة، وموجة تحت الحمراء الحرارية، حيث ان الموجتان تحت الحمراء المتوسط تعطيان تمييزا أعلى وأفضل، مما يوفر أكبر قدر من المعلومات عن منطقة الدراسة وله القدرة على تمييز مكونات السطح على مساحة 30 متراً في جميع النطاقات

إلا النطاق السادس حيث تبلغ الدقة المساحية له 120م، والجدول (3 – 2) والذي يبين المواصفات الفنية للاقط landsat -TM وقد استخدمت جميع الموجات بإستثناء الحزمة تحت الحمراء الحرارية في حساب مساحات البحر الميت وتصنيف الغطاء الأرضي للمنطقة كما ويبلغ متوسط إرتفاع المدار لقمر اللاندسات حوالي 705كم، أما مجموع العرض الكلي للمرئيات الفضائية حوالي 185كم، وفترة تغطيته للأرض حوالي 16يوم .

الجدول (3 – 1) البرمجيات المستخدمة في الدراسة و طرق المعالجة التي تمت عليها .

الرقم	اسم البرمجية	طرق المعالجة التي تمت عليها	المرئية المستخدمة
1	Arc GIS	بناء قاعدة بيانات جغرافية حساب مساحة البحر الميت لسنوات الدراسة انتاج خرائط الخصائص الطبيعية، درجات الإنحدار وخطوط الإرتفاعات الرقمي	**مرئيات القمر الإصطناعي الراسم الموضوعي Landsat TM لسنوات 1987 1996 ، 2003 و 2009**
2	Geomatica PCI	قص المرئيات، حساب المساحات باستخدام المعادلات الخاصة بكل مؤشرمن مؤشرات المستخدمة **NDWI** **MNDWI**, التصنيف الغير موجه والتصنيف الموجه	**Landsat TM لسنوات 1987 1996 ، 2003 و 2009**
3	Envi 4 .5	تجميع المرئيات Layer Stacking التصحيح الإحداثي	**LandsatTM 2003 و2009**
4	Global Mapper	انتاج خرائط الخصائص الطبيعية نموذج الارتفاعات الرقمية وعمل **shapefile** لمنطقة البحر الميت	**مرئيات القمر الاصطناعي Aster-2009**
5	Photoshop	الإخراج النهائي لبعض الخرائط	**جميع المرئيات المستخدمة السابقة**

المصدر : إعداد الباحثة



الشكل (3 – 1) المرئيات الفضائية المستخدمة في الدراسة للقمر لاندسات Landsat TM من خلال تركيب لوني حقيقي (R.G.B) .

الجدول (3 – 2) المواصفات الفنية لنطاقات مرئيات اللاندسات Landsat TM المستخدمة

النطاق	المنطقة الطيفية	الإستخدام
TM1 (الأزرق)	0.45 – 0.52 µm	التميز بين التربة/ والنبات/والمناطق الحضرية والدراسات الساحلية
TM2 (الأخضر)	0.52 – 0.6 µm	التميز بين الأنواع النباتية/تحديد المناطق الحضرية
TM3(الأحمر)	0.63 –0.69 µm	الدراسات الحيوية/تميز المناطق المزروعه من غير المزروعة
TM4 (تحت الحمراء المنعكسة القريبة)NIR/	0.76 - 0.9 µm	التميز بين الأنواع النباتية/والمناطق الحضرية /ترسيم المياه والرطوبة
TM5 (الموجة تحت الحمراء المتوسطة)MIR	1.55 - 1.75 µm	التميز بين السحب والجليد
TM6(تحت الحمراء الحرارية TIR(	10.4 – 12.5 µm	الدراسات الحرارية/المناطق الحضرية /المياه
TM7 (تحت الحمراء المنعكسة / المتوسطة)MIR	2.08 – 2.35 µm	دراسات الأرض/ تميز الصخور وانواعها

المصدر: (Lillesand,et.,2004)

2-2-3 التصحيح الاحداثي أو الهندسي (Geometric Correction)

تحتوي المرئية الخام على تشوهات جيومترية، بحيث لا يمكن أن نتخذ منها خرائط أو قياسات مباشرة، وتصنف هذه التشوهات إلى تشوهات داخلية ناتجة عن تصميم المجس ،وتشوهات خارجية ناتجة عن تغير ارتفاع منصة المجس، وارتفاع القمر الصناعي بحيث تتغير مواقع الوحدات الأساسية للخلايا المكونة للمرئية الفضائية عن مواقعها الجغرافية الحقيقية مما يؤدي الى تغيير إحداثياتها الرأسية والأفقية (المقطيري ، 2004) ، والهدف من التصحيح الهندسي هو تصحيح هذه التشوهات بحيث تكون الصور المصححة موحدة إحداثياً مع الخارطة، ينفذ التصحيح الجيومتري عن طريق ربط المرئية بنقاط الضبط المعروفة بنقاط التحكم الأرضي Ground Control Points(GCPs) وإختيارمعادلة للتحويل بحيث تصبح هذه البيانات الرقمية ممثلة للواقع وتعرف هذه العملية بالمعالجة الأولية (Pre -processing)

(المقطيري، 2004) .

في هذه الدراسة تم تنفيذ عملية التصحيح الجيومتري للمرئيات الفضائية بتحديد الإحداثيات الفلكية للمرئيات المستخدمة غير مصححة 1987، 1996، 2003 بتجميع نقاط التحكم الأرضي من خلال المرئية الفضائية المصححة 2009 بحيث أختيرت نقاط ثابتة ومتميزة ضمن خطأ متوسط الجذر التربيعي (Root Mean Square Error- RMSE) أقل من نصف بكسل وموزعة بشكل جيد للمرئيات وفي هذه المرحلة تم توحيد وتحويل النظام الإحداثي للمرئيات المستخدمة في الدراسة الى نظام ميركاتور المستعرض العالمي Universal Transverse Mercator (UTM Zone 36N) وذلك لانه من أكثر الأنظمه شيوعا وإستخداما، ضمن نطاق (36 N)، مما يسهل تطابق ودمج قاعدة البيانات الجغرافية باستخدام برمجيات نظم المعلومات الجغرافية، وبرمجيات الاستشعارعن بعد ومن ثم عمل قص لمنطقة الدراسة (Image Subset) بتحديد الإحداثيات.

3 – 2 – 3 مرحلة تحسين المرئيات الفضائية : Image Enhancement

تمت هذه العملية بعد إنجاز المعالجة الأولية (التصحيح الهندسي) ، يهدف تحسين المرئية إلى تعزيز قابلية التفسير البصري للمرئية بزيادة التميز بين المعالم عن طريق التضخيم البصري للاختلافات الضئيلة بين المعالم في التدرج الرمادي ، لتسهيل إمكانية ملاحظتها .

ومن العمليات المعروفة تحسين التباين (Contrast Enhancement)، باستعمال طريقة ضبط مخطط توزيع التباين أوالمدرج التكراري، وقد أجري في هذه الدراسة تحسين للمرئيات الفضائية Landsat –TM المستخدمة للفترات 1987 و1996و2003 و2009 باستخدام مقياس اللون الرمادي (Gray Scale Conversion) لعدد من النطاقات الطيفية لكلا المرئيتين وكذلك تغير مخطط التوزيع مخطط المدرج التكراري (Histogram Conversion) الذي يعمل على تجميع القيم الرمادية المتجاورة للحزمة الطيفية ووضعها ضمن مجموعات محدده مما ينتج مستوى طيفيا جديدا بالإضافة الى استخدام التركيب اللوني (Color Composition) لمعظم النطاقات بإجراء تركيب لوني حقيقي (True Color Composition) باستعمال الاحزمة الطيفية 1 . 2 . 3 (R.G.B) على التوالي لرؤية أنماط الغطاء الأرضي بألوان أقرب ما تكون الى الواقع كما أجري تركيب لوني زائف (False Color Composition) بإستعمال الأحزمة الطيفية 4.2.1 (R.G.B) على التوالي للكشف عن حالة الغطاء النباتي ومدى انتشاره بالإضافة الى إجراء تركيب لوني زائف **(F.C.C)** بإستعمال الأحزمة الطيفية 7.4.2 **(R.G.B)** على التوالي للكشف عن المناطق الحضرية المبنية وتوزعها، وذلك بهدف تصنيف أنماط الغطاء الأرضي في منطقة الدراسة وإجراء التصنيف الرقمي لمنطقة الدراسة و الشكل (3– 1) الذي يوضح المرئيات المستخدمة في الدراسة بتركيبها اللوني الحقيقي .

3 - 2 - 4 تفسير المرئيات Image Interpretation

تفسير المرئية هو عملية قراءة واستخلاص نوعي وكمي للمعلومات من المرئية وتحويله إلى هيئة خرائط خاصة بالشكل، والمواقع ، والبنية،والوظيفة ، والحالة أو النوعية بين الأهداف بواسطة استخدام بيانات إستدلالية إسنادية معيارية باستخدام المعرفة البشرية أو الخبرة بينما يتضمن تحليل المرئيات الفضائية الفهم الخاص للعلاقة بين المعلومات المفسرة والحالات الفعلية او الظاهرة الطبيعية، وتمثيل المعلومات المستخلصة بصورة نهائية في هيئة خرائط

تفسيرية أو تحليلية تمتاز بدقة منخفضة لا تفي بالغرض المطلوب دون الدراسات الميدانية، الضرورية لتأسيس مفاهيم وإعداد خريطة الأساس الأولية لموضوع الدراسة

(المقطيري, 2004).

أجري في هذه المرحلة تفسير للمرئيات الفضائية المستخدمة في الدراسة، بالإضافة إلى استخدام الصور الجوية المتاحة عبر الشبكة العنكبوتية من خلال رابط برنامج (Google Earth) كخطوة أولية لتحديد أصناف الغطاء الأرضي .

3 – 3 التصنيف الرقمي للمرئيات الفضائية

يتم استخدام بيانات متعددة الأطياف في عملية التصنيف، لأن النمط الطيفي يحدد تصنيف كل خلية وتعد هذه التقنية من أفضل الأساليب المتبعة في تحويل بيانات المرئية إلى معلومات، بهدف وضع جميع خلايا المرئية في مجموعات حسب تجانسها وتماثلها على كل خريطة وتمثيلها على شكل خريطة تصنيف يتم من خلالها تحديد المعالم وأصناف غطاءات الأرض التي تمثلها خرائط كشف التغير في أنماط الغطاء الأرضي واستعمالات الأرض كذلك فان الدقة في إنتاج مثل هذه الخرائط تعتمد بشكل أساسي على مقدار دقة عملية تصنيف مرئية الدراسة، وهناك أسلوبان رئيسان في إجراء التصنيف الرقمي وهما التصنيف الموجه و التصنيف غير الموجه (Lillesand,et al.,2004).

3 - 3- 1 التصنيف الموجه Supervised Classification

يعتمد هذا الأسلوب على اختيار مواقع صغيرة وهي عبارة عن مجموعات من العينات المتجانسة داخل المرئية بالاعتماد على الخرائط، والمسح الميداني والخبرة في أصناف الغطاء الأرضي لمنطقة الدراسة، بحيث تمثل مختلف أنماط الغطاء الأرضي واستعمالات الأرض في منطقة الدراسة، وتشير هذه العينات إلى ما يسمى بمناطق التدريب Training area المناطق المتشابهة طيفيا اعتمادا على بياناتها الرقمية ثم تحديد كل خلية في مجموعة معطيات المرئية في نمط غطاء الأرض الأقرب لها من الناحية الطيفية (Lillesand, et al , 2004) وهذا التصنيف يعطي نتائج دقيقة إذا كانت حقول التدريب تمثل الظواهر السطحية في المرئية جيدا .

3- 3 -2 التصنيف غير الموجه Unsupervised Classification

تقوم هذه العملية على إظهار الخلايا الغير معروفة في المرئية ومن ثم تجميعها داخل صفوف وتعرف الأصناف الناتجة عن هذا التصنيف على أساس تقارب بياناتها الرقمية وتشابها في القيمة الرقمية أصناف طيفية، وهويتها غير معروفة وهنا يأتي دور المحلل لكي يحدد هوية الأصناف الطيفية وقيمة معلوماتها من خلال مقارنتها ببعض المعطيات المرجعية البسيطة كالصور والخرائط ذات المقياس الكبير، ومن هنا يتضح الفرق بين التصنيف الموجه والتصنيف غير الموجه ففي التصنيف الموجه تحدد المواقع داخل المرئية بالإعتماد على الخرائط و البيانات المأخوذة من العمل الميداني الحقلي،بينما في التصنيف غيرالموجه تجمع المعالم الطيفية في المرئية وتوضع في صفوف منفصلة في البداية ثم نستخدم الخرائط وحقول الدراسة بناء على المعرفة المسبقة في ربط الأصناف الطيفية بأنماط الغطاء الأراضي ويستخدم التصنيف غير الموجه في المناطق التي تفتقر إلى معلومات أولية ولا تتوفر فيها مجموعة بيانات حقلية (المقطيري ،2004).

3 – 3 – 3 ترشيح او تصفية المرئية Image Filtering

تحتوي المرئيات المصنفة على خلايا لاتتبع لأصناف مشابه لصفاتها الطيفية فتتناثرعلى المرئية والهدف من الترشيح هو تحسين ظواهر معينة مثل مواقع المناطق الحضرية وتمييزها عن المواقع الأخرى (ALBilbisi & Tateishi,2003).

3 – 3 – 4 الطريقة المتبعة في تصنيف مرئيات منطقة الدراسة :

تم الإعتماد في هذه الدراسة في عملية تصنيف بيانات مرئيات القمر الصناعي الفضائية لاندسات لمنطقة الدراسة على طريقة احتمالية غاوس العظمى Maximum Likelihood classifier، كإحدى أساليب التصنيف الموجه حيث يتم وضع كل خلية في الصنف الأكثر إحتمالية بالاعتماد على قيم إنعكاس هذه الخلايا . نتائج استخدام هذا الاسلوب اظهرت دقة بالنسبة للمياه وحدودها ، لذلك تم استخدام أسلوب إحتمالية غاوس العظمى في عملية التصنيف الموجه .

- **مناطق التدريب Tanning Area**

في هذه المرحلة تحدد الفئات المتشابهة أو المتقاربة في النمط، وهذه العملية تتطلب تفاعلا كاملا بين المحلل والمرئية، كما يتطلب تحديد عينات التدريب معطيات مرجعية إحداثية، ومعرفة جيدة بمنطقة الدراسة، فعند جمع البيانات يؤخذ بعين الإعتبارأهم العوامل المؤثرة في غطاء الأرض واستخداماته؛ لأن معظم المعالم الطبيعية على سطح الارض غير ثابتة ومتغيرة مع الوقت، وتظهرأهمية مناطق التدريب في إعتماد التصنيف الموجة للمرئية الفضائية عليها كليا وبالتالي تتوقف دقة نتائج الدراسة عليها، ولذلك تم الاعتماد في هذه الدراسة على مصادر بيانات ومعلومات مرجعية لتحديد مناطق التدريب أهمها المرئيات الفضائية المتاحة لحوض البحر الميت من القمر الصناعي لاندسات والملتقطة في شهر آب 1987 وكانون ثاني 2009 والصور الجوية المتاحة عبر الشبكه العنكبوتية من خلال رابط Google Earth .

اضافة لإجراء التفسير البصري لتحديد نقاط التدريب بحيث تكون واضحة وممثلة لأنماط الغطاء الأرضي في منطقة الدراسة تم تحديد (100) عينة تدريب لتصنيف المرئيات الفضائية للكشف عن التغير في أنماط الأرض والذي تأثرت بإنخفاض منسوب البحر الميت وتقلص مساحته مع مراعاة التوزيع المكاني الجيد على إمتداد منطقة الدراسة والتركيزعلى إختيارمناطق تدريب تمتاز بالنقاء والوضوح حتى لا يحدث تداخل بين أنماط الإستجابة الطيفية في منطقة الدراسة والوصول الى دقة تصنيف عالية، وقد مثلت عينات التدريب جميع أنماط الغطاء الأرضي في منطقة الدراسة والتي بلغت خمسة أنماط وهي المياه وتمثل البحر الميت، الأراضي الحضرية والأراضي الزراعية والأراضي الجافة الجرداء ومنطقة التبخر(البوتاس)، وقد أختيرت عينات تدريب من منطقة الدراسة بالكامل .

تقييم دقة التصنيف Classification Accuracy Assessment

يتم تقييم دقة النتائج المخرجة لتحديد وحصر نسبة الخطأ في الخرائط المصنفة بمقارنة بيانات الخريطة المصنفة مع ما يقابلها من بيانات مرجعية من خلال النتائج التي تم الحصول عليها لاختبار الغطاء الارضي .

أنواع دقة التصنيف المستخدمة في الدراسة :

- الدقة الكلية **Overall Accuracy**

يتم حسابها عن طريق استخدام مصفوفة الخطأ Error Matrix، تحسب بقسمة مجموع الخلايا التطابقية على المجموع الكلي لقيم الخلايا لذلك تسمى هذه العملية التقيم الكلي لتصنيف المرئية .

- **التقييم الجزئي** : من خلاله يتم التعرف على مدى تقدير دقة التصنيف لكل نمط من الأصناف ويتم بطريقتين هما:

- دقة المستخدم **User Accuracy** :

تمثل النسبة المئوية المتوقع أن تكون نمط إستخدام معين، وتحسب دقة المستخدم لكل نمط باستخدام مصفوفة الخطأ رقم الخلية القطري مقسوما على العدد الكلي للصنف الواحد .

- دقة المنتج **Producer Accuracy** :

وهي الخلايا التي تمتلك تصنيفا صحيحا في أنماط إستخدام الأرض، وتحسب من خلال قسمة رقم الخلية القطري على العدد الكلي للعمود الواحد.

مصفوقة الخطأ **Error Matrix**

تحتوي على مقارنة المرئية المصنفة مع البيانات المرجعية لأنماط الإستخدام الفعلي للغطاء الأرضي لمنطقة الدراسة التي تم الحصول عليها اثناء الدراسة الميدانية

.(Lillesand,et al .,2004)

تصنيف المرئيات المستخدم في الدراسة:

تعددت أساليب تصنيف الغطاء الأرضي واستعمالات الأراضي حسب الهدف الذي وضعت من أجله ومستوى المساحة التي يمكن أن يغطيها التصنيف سواء أكان عالمي أم إقليمي أم محلي ونمط أساليب التصنيف من حيث الأصناف والمجموعات الرئيسة والفرعية التي يمكن تحديدها في كل مستوى من المستويات، وقد استخدم في هذه الدراسة أسلوب تصنيف الأراضي

التابع لمصلحة المساحة الجيولوجية الأمريكية(USGS) الذي وضعته جمعية الجغرافيين الأمريكيين والإتحاد الجغرافي العالمي ، بهدف إنتاج خرائط توزيع استعمالات الأراضي بالإعتماد على نظم المعلومات الجغرافية وتطبيقات الاستشعار عن بعد، يعد هذا التصنيف سهل ويمكن تعديله بما يتلائم مع ظروف منطقة الدراسة وإمكانياته الكبيرة في تصنيف جميع أشكال أنماط الغطاء الأرضي واستعمالات الأرض المساحية ،والخطية، والنقطية، ويتضمن تسعة أصناف رئيسية (Lillesand,et al.,2004).

وفي هذه الدراسة تم إستخدام التصنيف الآتي لملائمته أنماط الغطاء الأرضي في منطقة الدراسة وهي :

- الأراضي الحضرية **(Built Up Area)**

وتشمل جميع المنشآت الحضرية وتضم المساكن المفردة أو المتعددة الطوابق والمباني الصناعية والتجارية والطرق والمواقف .

- الأراضي الزراعية **(Agricultural Lands)**

وتشمل جميع الأراضي المزروعة سواء أكانت محاصيل أم أشجار أم شجيرات وأعشاب .

- الأراضي الجرداء **(Bare Lands)** :

وتشمل الأراضي المغطاة بالصخور والرمال بجميع أنواعها.

- المسطحات المائية **(Water)** :

وتشمل في هذه الدراسة مياه البحر الميت حتى تتمكن الباحثة من حساب مساحتة الفعلية دون تدخل باقي المصادر المائية الأخرى المتوفره في منطقة البحر الميت .

– أراضي وبرك البوتاس (التبخر) **Evaporation Ponds** :

وتشمل مناطق التبخر والمستغلة من قبل الشركات الصناعية بمختلف منتجاتها .

للكشف عن التغير في أنماط الغطاء الأرضي في حوض البحر الميت صنفت مرئيات القمر للعامين آذار 1987– وكانون ثاني2009 باستخدام التصنيف الموجه Land sat –TM

بطريقة إحتمالية غاوس العظمى، وقد تم الاعتماد على أسلوب كشف التغير (DetectionsChange)، بإستخدام طريقة السلاسل الزمنية المتعددة

3 – 4 مؤشرات حساب مساحة البحر الميت المستخدمة في الدراسة :

3 – 4 – 1 تمهيد :

استخدمت تطبيقات الاستشعار عن بعد في تقييم وإدارة الموارد المائية، وإدارة المناطق الساحلية من خلال مراقبة وترسيم المياه المفتوحة، وقياس مساحات المسطحات المائية وتحديد أعماقها، ودراسة التغيرات التي تحدث في الشواطئ والجزر، واستخلاص مساحات المياه بعدة مؤشرات من بيانات المرئيات الفضائية وتمييزها عن باقي الأصناف الأخرى.

(Xu. H ,2006)

إن التغيرات التي حصلت على مساحة البحر الميت بسبب إنخفاض منسوبه و تقلص مساحته تتطلب مراقبة ورصد مساحة البحر من خلال الأقمار الصناعية وما تنتجه من مرئيات فضائية تسهل علينا عملية حساب مساحته، وبالتالي معرفة مقدار التغيرعلى مساحة البحر الميت وتأثيره على البيئة المحيطة به، وتجري شركة البوتاس قياسات لمساحة البحر الميت، وتقدرها كل عام حسب معدل ومستوى انخفاض منسوب البحر، وقد جاءت دراسات عديدة لحساب مساحة المياه.

في هذه الدراسة تم استخدام عدة مؤشرات لقياس مساحة البحر الميت بناء على الصفات الطيفية للاشعة المنعكسة باستخدام بيانات القمر الصناعي لاندسات لسنوات متعدده ومقارنتها بالقياسات السابقة لمعرفة الطريقة المناسبة لحساب المساحه، أما السنوات التي اعتمدت لحساب مساحة البحرالميت فكانت 1987 و1996 و 2003 و 2009 أول هذه المؤشرات :

3 - 4 - 2 بناء قاعدة معلومات جغرافية و حساب المساحات باستخدام GIS

تكمن أهمية نظم المعلومات الجغرافية في قدرتها على تنظيم البيانات والتحليل والمعالجة، من خلال برنامج **Arc GIS**، تم بناء قاعدة بيانات لكل سنوات الدراسة، وتصحيح الخريطة، وحتى يتسنى توضيحها أكثر تم عمل تحسين للمرئية، ومن ثم بناء الطبقات لجميع سنوات الدراسة، وتتبع مساحة البحر الميت من خلال عملية الترقيم On Screen Digitizing للخرائط المدخلة وحساب مساحاتها وعمل مطابقة لهم، ومن ثم الربط بين البيانات المستخلصة باستخدام

GIS والبيانات المستخلصة بواسطة الإستشعار عن بعد ومقارنة بين المساحات المستخلصة .

3 – 4 -3 المؤشرات المستخدمة في الإستشعار عن بعد :

– طريقة التصنيف غير الموجه :

حسبت مساحة البحر الميت من خلال التصنيف غير الموجه باستخلاص المياه، حيث استخدم فيه خمسة اصناف ومن خلال 16 محاولة لإجراء التصنيف .

- مؤشر الاختلاف المائي المعاير NDWI

(Normalized Differences Water Index)

إن معظم الإشعاع الساقط على المياه تمتصه المياه أو تنفذه وقليل منها تعكسه، فالمياه تمتص معظم الموجات تحت الحمراء، مما جعل التباين بينها وبين مواد السطوح الأخرى كبيراً ، وينعكس منها حوالي 50 % في المرئيات المأخوذة في نطاق إشعاع الموجات تحت الحمراء القريبة والذي ينفذ الماء أغلبه منها (Curran ,1987).

مؤشر NDWI يمثل نسبة الفرق بين الإنعكاسات الطيفية عند الطول الموجي تحت الحمراء القريبة والطول الموجي تحت الحمراء المتوسطة مقسوما على مجموعهما، وفقا للمعادلة التالية

$$NDWI = (NIR - MIR) / (NIR + MIR)$$ (Gao ,1996)

و يمثل في اللاندسات Landsat TM

$$NDWI = (TMB4 - TMB5)/(TMB4+TMB5)$$

NIR = تمثل الاشعة تحت الحمراء القريبة وهو يمثل القيمة الانعكاسية على القناة الرابعة .

MIR = يمثل الاشعة تحت الحمراء المتوسطة ، ويمثل القناة الانعكاسية الخامسة .

حيث يستخدم للكشف عن المياه في المناطق التي يختلط فيها استخدام المياه مع الاستخدامات الاخرى(H.XU ,2006) .

مؤشر الاختلاف المائي المعاير المعدل :

(The Modified Normalized Differences Water Index)

يمثل نسبة الفرق في الإنعكاسات الطيفية عند الطيف الأخضروالطول الموجي الأحمرالمتوسط مقسوما على مجموعهما وفقا للمعادلة التالية :

MNDWI =(Green – MIR) /(Green + MIR)

ويمثل في Landsat TM

MNDWI =(TM B2 – TMB5) / (TMB2 +TMB5)

وقد استخدم هذا المؤشر لحساب مساحة المياه واستخلاصها من المناطق المبنية حيث يعطينا أكبر إستخلاص للمياه على الأشعة المنعكسة عن الطيف الأخضر(XU. H,2006)

الفصل الرابع

تقييم مؤشرات حساب مساحة البحر الميت
وتصنيف الغطاء الأرضي في حوض البحر الميت

4 – 1 التمهيد

4– 2 تقييم مؤشرات حساب مساحة البحر الميت والآثار البيئية على تناقص مساحته

4 – 3 أنماط الغطاء الأرضي في منطقة البحر الميت .

4 – 4 التغيرات البيئية بين عامي 1987 و2009 والمشروع المقترح لحل مشكلة تناقص مساحته.

المؤشرات المستخدمة في حساب مساحة البحر الميت :

4 - 1 التمهيد :

يتناول هذا الفصل نتائج المؤشرات التي استخدمت في حساب مساحة البحر الميت باستخدام تقنيات نظم المعلومات الجغرافية، وتطبيقات الإستشعار عن بعد ومقارنتها ببعض طرق حساب المساحات التي قدمتها بعض الدراسات السابقة وبيانات شركة البوتاس العربية ، إضافة إلى اقتراح أفضل هذه المؤشرات والطرق في حساب مساحة البحر الميت والمسطحات المائية ذات الظروف المتشابهة الطرق التي اتبعت من قبل بعض الدراسات السابقة لحساب مساحة البحر الميت :

- شركة البوتاس العربية : تجري الشركة حسابات لقياس مساحة البحر الميت سنويا بناء على التغير في مستوى مياهه حيث تكون قياسات تقديرية بناء على المعدل في انحفاض مساحة البحر لسنوات بعيدة .

الجدول (4 – 1) يوضح مساحة البحر الميت ومعدل انخفاض منسوبه في السنوات المختارة للدراسة من خلال حسابات شركة البوتاس .

السنة	مستوى سطح البحر / م	المعدل / سنوياً	المساحة /كم²
1987	-405.1	-1.7	680
1996	-410.1	-0.8	660
2003	-416.3	-0.5	657
2009	-423.2	-1.3	600

المصدر : إعداد الباحثة بالإعتماد على بيانات شركة البوتاس العربية 2010 .

- حسابات هيئة المساحة الجيولوجية الإسرائيلية (2005) : قامت بحساب مساحة البحر الميت من خلال تقنيات نظم المعلومات الجغرافية من خلال Dead Sea Project.

- دراسة (AL-Hanbali . et al ,2006) من بين نتائج الدراسة توصل الباحثين لحساب مساحة البحر الميت من خلال الاستشعار عن بعد بطريقة التصنيف الموجه .
- دراسة (Qudah and Harahsheh.1994) قامت هذة الدراسة لحساب مساحة البحر الميت من خلال تقنيات نظم المعلومات الجغرافية واستخلاص مساحات للبحر الميت .

– (دراسة خرفان ،2004) قدمت الباحثة نتائج لمساحة البحر الميت المحسوبة لسنوات الدراسة بإستخدام طريقة الترقيم اليدوي باستخدام الطيف تحت الأحمر القريب NIR- B4 من مرئيات اللاندسات .
- دراسة (Anti and Shasha , 1989) قدمت هذه الدراسة تقديرات لمساحة البحر الميت بناء على ما تتعرض لها المنطقة من ظروف طبيعية خصوصا معدلات التبخر، والتساقط المطري، وكميات المياه المغذية للبحر الميت .
في هذه الدراسة تم حساب مساحة البحرالميت بعدة طرق باستخدام بعض المؤشرات مع مميزات كل طريقة والمآخذ عليها وهي كالآتي :

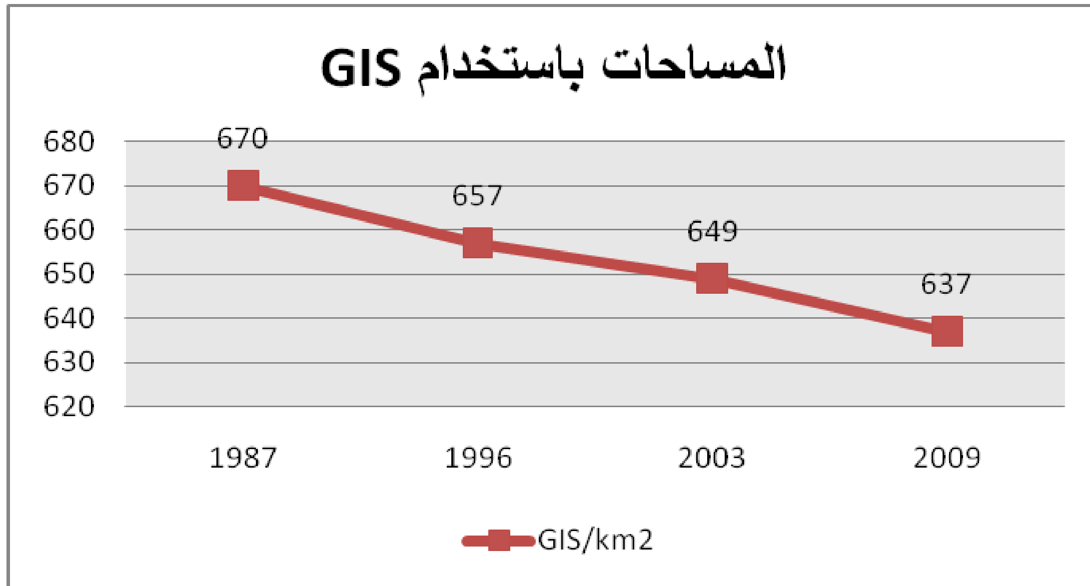
4 – 2 تقييم حساب مساحة البحر الميت بإستخدام برنامج (GIS) :

تسهم نظم المعلومات الجغرافية في دعم وتحويل البيانات في هيئة Vector Data الى بيانات معرفة تنظيمية، تكمن أهميتها في قدرتها على تمثيل المعالم الجغرافية تمثيلا دقيقا مما يجعلها مفيدة في مهام التحليل المكاني والتي تتطلب تحديد المواقع بدقة، كما في التطبيقات الهندسية والمساحية، لذا تم استخدامها كإحدى الطرق لحساب مساحة البحر الميت وقد توصلت الدراسة الى النتائج الآتية :

الشكل (4 – 1) يوضح قيم المساحات المحسوبة للبحر الميت باستخدام برنامج GIS نلاحظ ان مساحة البحر الميت لعام 1987 حوالى 670 كيلومترمربع، وفي عام 1996 وصلت إلى حوالي 657 كيلو مترمربع ، وفي عام 2003 وصلت الى 649 كيلومترمربع وفي عام 2009 بلغت حوالي 637 كيلو مترمربع، حيث يظهر المنحنى في الشكل (4-1) تناقصا واضحا في المساحات بين فترات الدراسة، أما الشكل (4 – 2) يوضح الخرائط المستخلصة لمساحات البحر الميت المحسوبة بطريقة نظم المعلومات الجغرافية، حيث نلاحظ التناقص في مساحة البحر بين عامي 1987 و1996 حوالي 13 كم^2 وهذه الفترات شهدت إختفاء الجزء الجنوبي نهائياً بسبب المشاريع المائية التي أقيمت على المصادر المائية المغذية للبحر الميت من هذه

المشاريع سد وادي العرب المقام على وادي العرب وسد الكرامة في حوض الملاحة عام 1997 (وزارة المياه والري الأردنية، 2010) ،وازداد التناقص بين عامي 1996 و2003 كمحصلة للتناقص خلال فترة الدراسة بين عامي1987 و2009 و التي بلغت حوالي 33كم² نتيجة للأسباب البشرية التي لعبت الدور الرئيسي في تناقص منسوبه وتقلص مساحته .

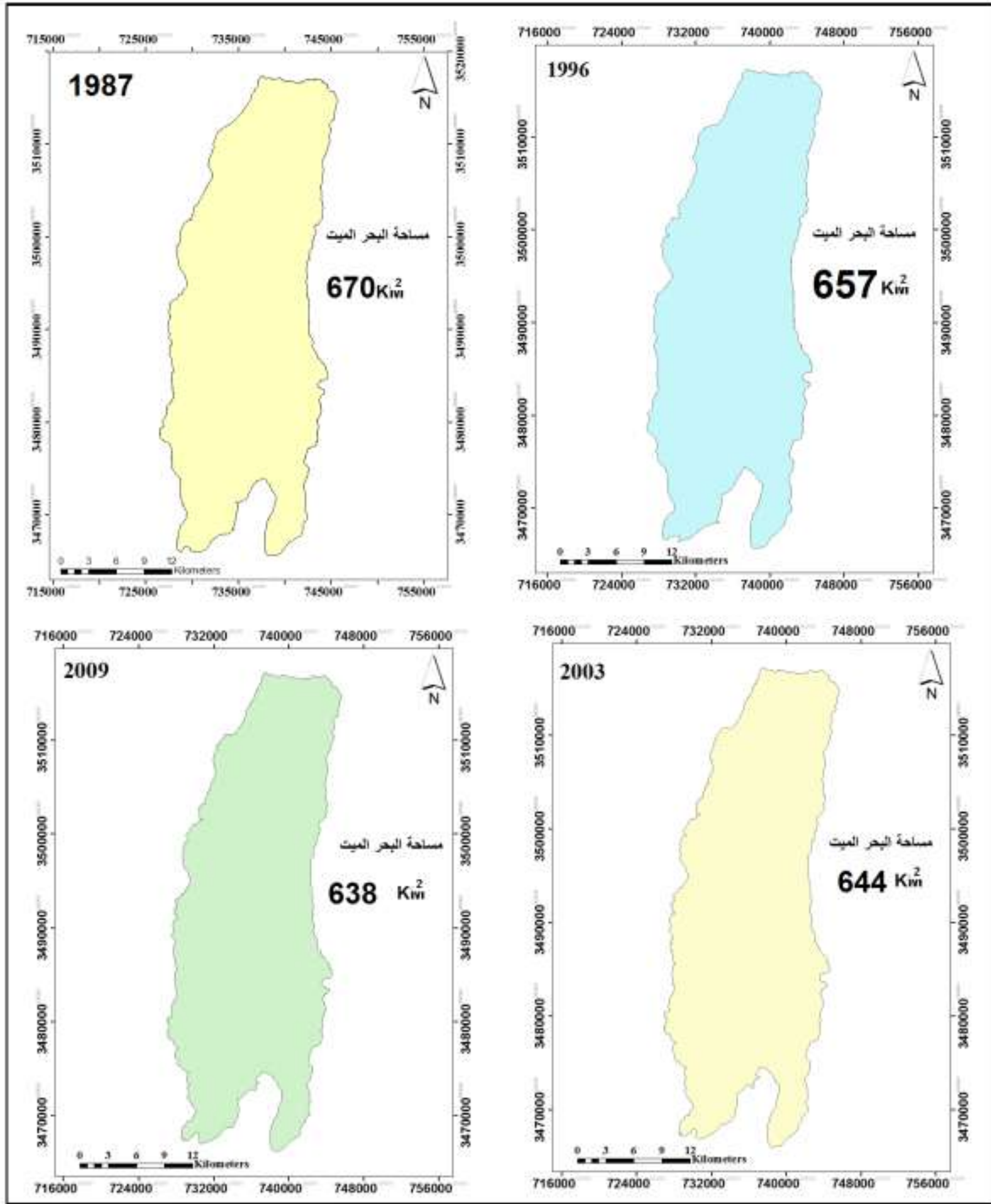
ما يميزطريقة GIS بناء قاعدة بيانات جغرافية يمكن الاستفادة منها في عمليات التحليل المكاني لمعظم التطبيقات ، من خلالها تم التعرف على اكثر سواحل البحر الميت تغيراً تأثراً بتناقص مساحته من المآخذ على هذه الطريقة هو الاعتماد على قاعدة بيانات مرتبطة بقدرة تمييزية حوالي 30 متراً وهي متوسطة نسبيا، مما يصعب تمييزبعض الخلايا بعد التكبيرعند حد معين، وإحتمال حدوث الخطأ البشري من خلال عملية الترقيم وفقدان بعض البيانات عند الرسم، مما يجعلنا نبحث عن طرق أخرى لحساب المساحه باستخدام برمجيات الاستشعارعن بعد والشكل (4 – 3) يمثل أكثر سواحل البحر الميت تغيراَ وتأثراَ والتي استخلصت بطريقة GIS.



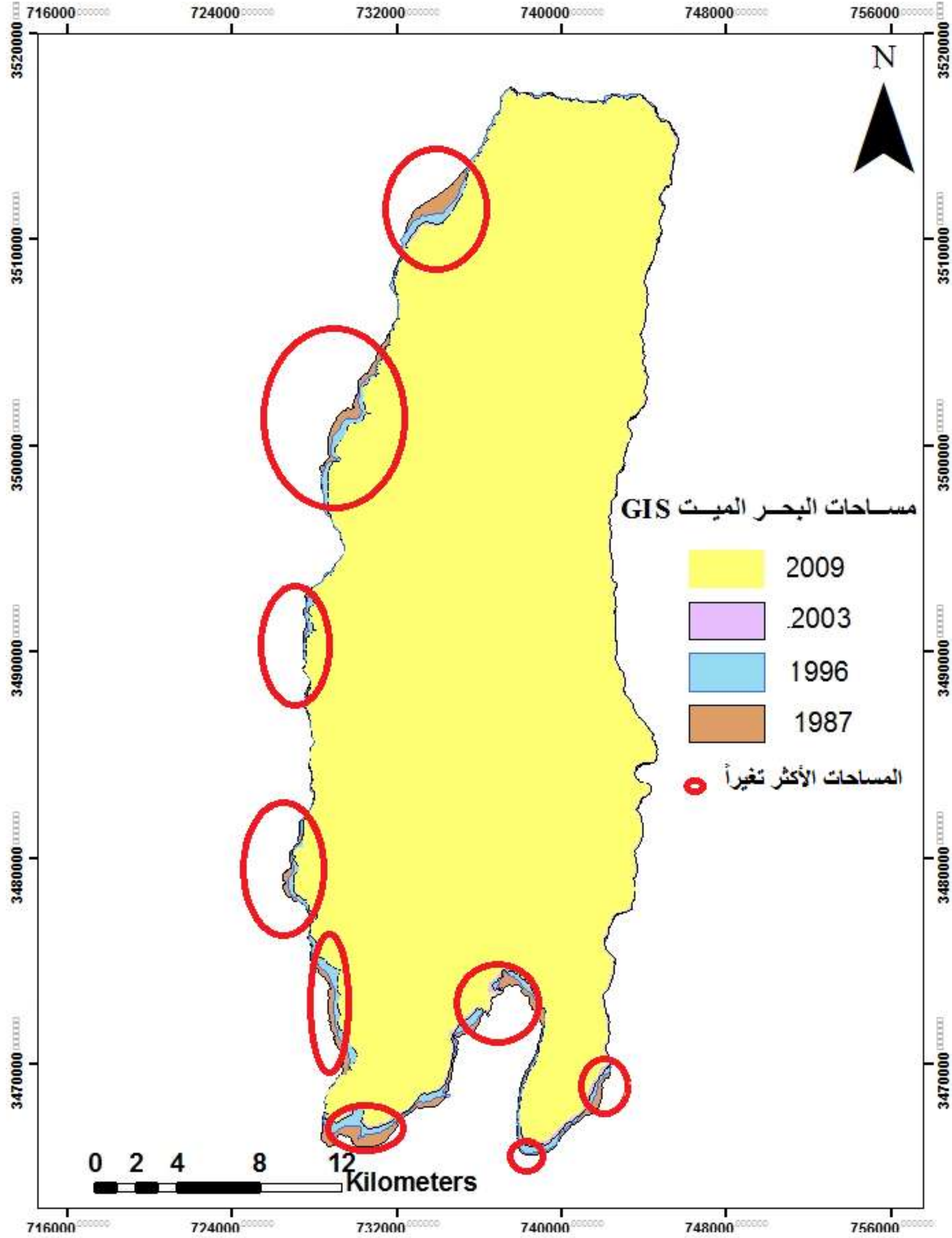
الشكل (4 – 1) قيم المساحات المحسوبة باستخدام برنامج GIS

المصدر: إعداد الباحثة

من الملاحظ أن الجزء الجنوبي أكثرها تناقصا وتأثراً وخصوصاً مناطق أطراف منطقة اللسان من كل الجوانب ،كما يلاحظ مقدار التغير في المساحات في الجانب الغربي من ساحل البحر الميت، كما في منطقة عين الجدي ومسعده .



الشكل (4 – 2) يوضح الخرائط المستخلصة لمساحات البحر الميت المحسوبة باستخدام GIS
المصدر : إعداد الباحثة



الشكل (4 – 3) المناطق الأكثر تغيرا وتأثرا لمساحاتها بناء على طريقة GIS

المصدر : إعداد الباحثة

4 - 3 تقييم مؤشرات حساب مساحة البحر الميت باستخدام الإستشعار عن بعد (R.S) :

جاءت تطبيقات الاستشعارعن بعد، لتحديد ومراقبة الكثير من الظاهرات المتوزعة على سطح الأرض، ومن هذه الظواهر تحديد امتدادات المسطحات المائية، ومراقبة التغيرات في الأجسام المائية بالإعتماد على الخصائص الطيفية والزمنية والمكانية للمرئيات الفضائية، ولصعوبة تحديد المسطحات المائية وإدارتها في أغلب الأوقات، جاءت تطبيقات الاستشعار عن بعد لمعالجة الكثير من القضايا المرتبطة بإدارة السواحل والمناطق القريبة وتنميتها .

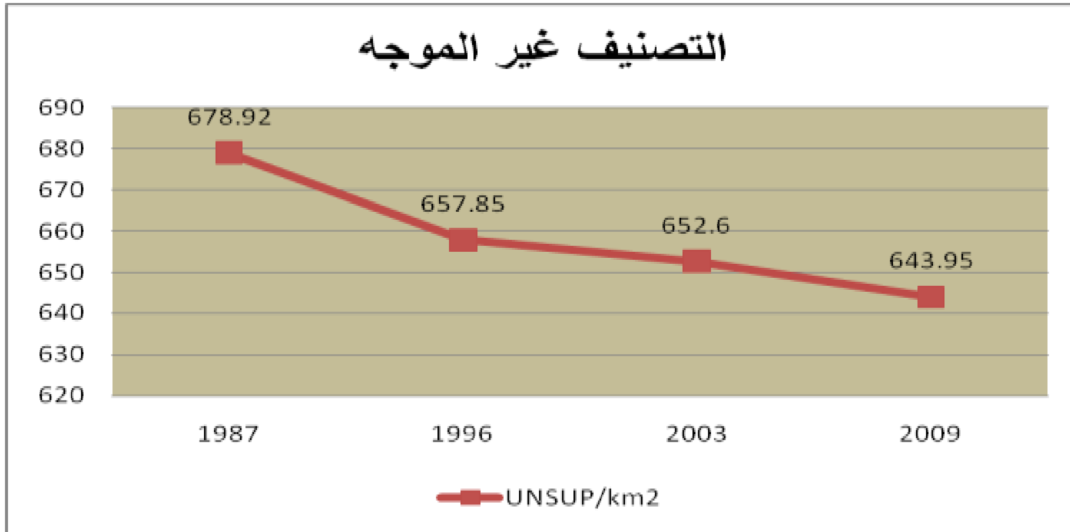
تم في هذه الدراسة حساب مساحة البحر الميت باستخدام بيانات الماسح الموضوعي اللاندسات حيث يمكن حساب مساحة المسطحات المائية بطريقتين: باستخلاص المياه بإستخدام طيف واحد محدد كما في دراسة خرفان، (2004) التي تم الاشاره اليها سابقا، وباستخدام أكثر من طيف (متعدد الأطياف) بتركيبة لونية مختاره تظهر المياه أكثر وضوحا ومن ثم استخدام معادلة معينة واستخلاص المياه وحساب المساحة .

في هذه الدراسة استخدمت الباحثة عدة مؤشرات لحساب مساحة البحر الميت وهي كالتالي :

4 – 3 – 1 استخلاص المياه وحساب مساحة البحر الميت بطريقة التصنيف غير الموجه:

الشكلان (4 -4) و(4 – 5) يوضحان نتائج حساب مساحة البحر الميت والتي كانت كالآتي: بلغت عام 1987حوالي 678.92 كم²، وفي عام 1996 بلغت حوالي 657.85كم²، عام 2003 كانت المساحة المحسوبة حوالي6. 652كم²، وعام 2009 بلغت المساحة 643.93 كم²

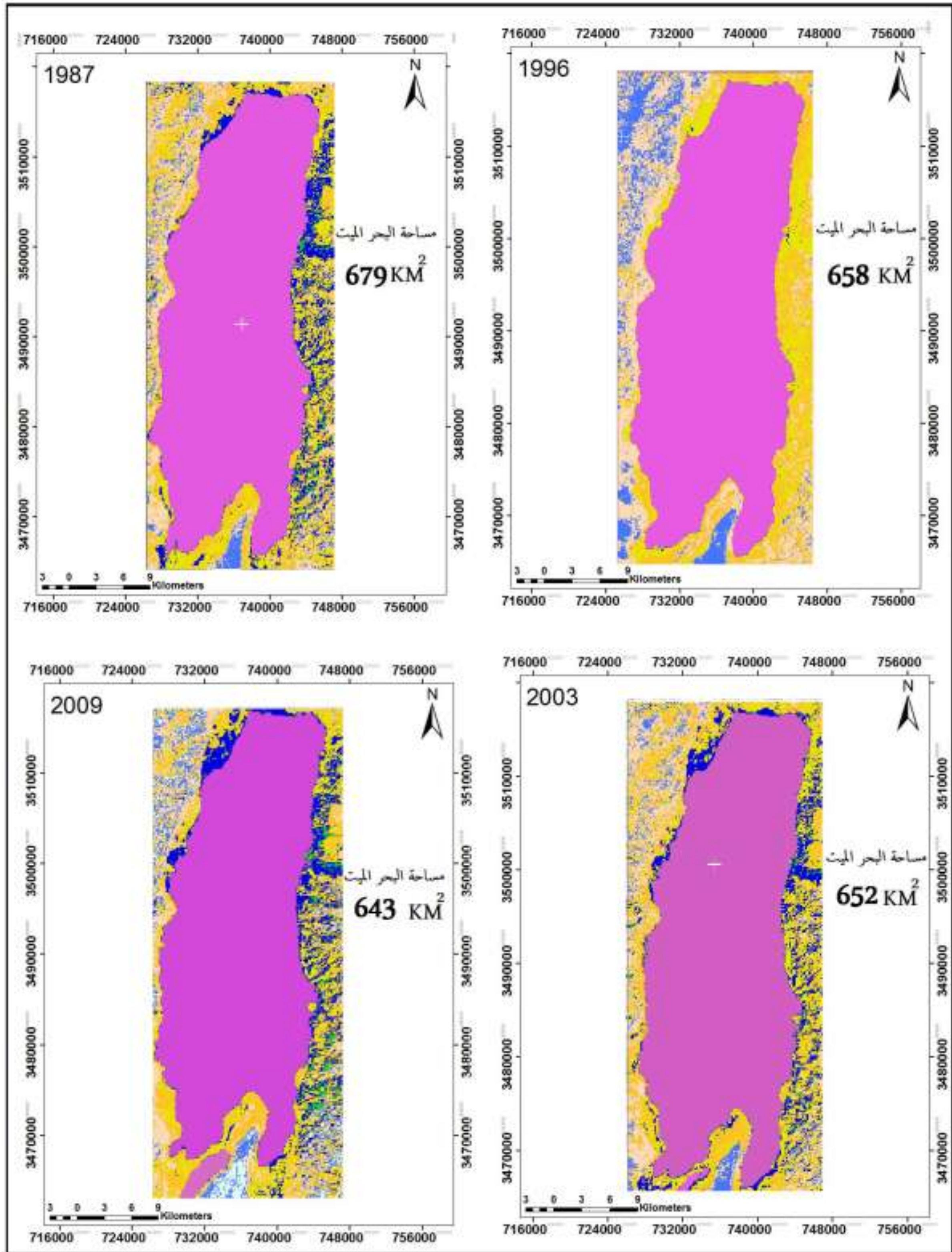
و الشكل (4– 5) يظهر نتائج حساب مساحة البحر الميت من خلال الخرائط المستخلصة .



الشكل (4 – 4) قيم مساحات البحر الميت المحسوبة بطريقة التصنيف غير الموجه .

المصدر: إعداد الباحثة

من خلال هذه الطريقة يمكننا الكشف عن أنماط الغطاء الأرضي الذي تتكون منه مناطق الدراسة، مما يمهد الطريق لإجراء التصنيف الموجه، والمأخذ على هذه الطريقة هو الخلط بين مناطق التبخر ومناطق المياه، وبالتالي يصعب إستخلاص المياه وحدها، ونتائجها كما في مرئيات 2003 و2009 حيث حسبت أجزاء من منطقة التبخر ضمن مناطق المياه وبذلك ظهرت قيم المساحات مرتفعه نوعا ما .



الشكل (4 – 5) الخرائط المستخلصة لمساحات البحر الميت بطريقة التصنيف غير الموجه

المصدر : إعداد الباحثة

4 – 3 – 2 مؤشر الاختلاف المائي المعاير

(Normalized Differences Water Index) (NDWI)

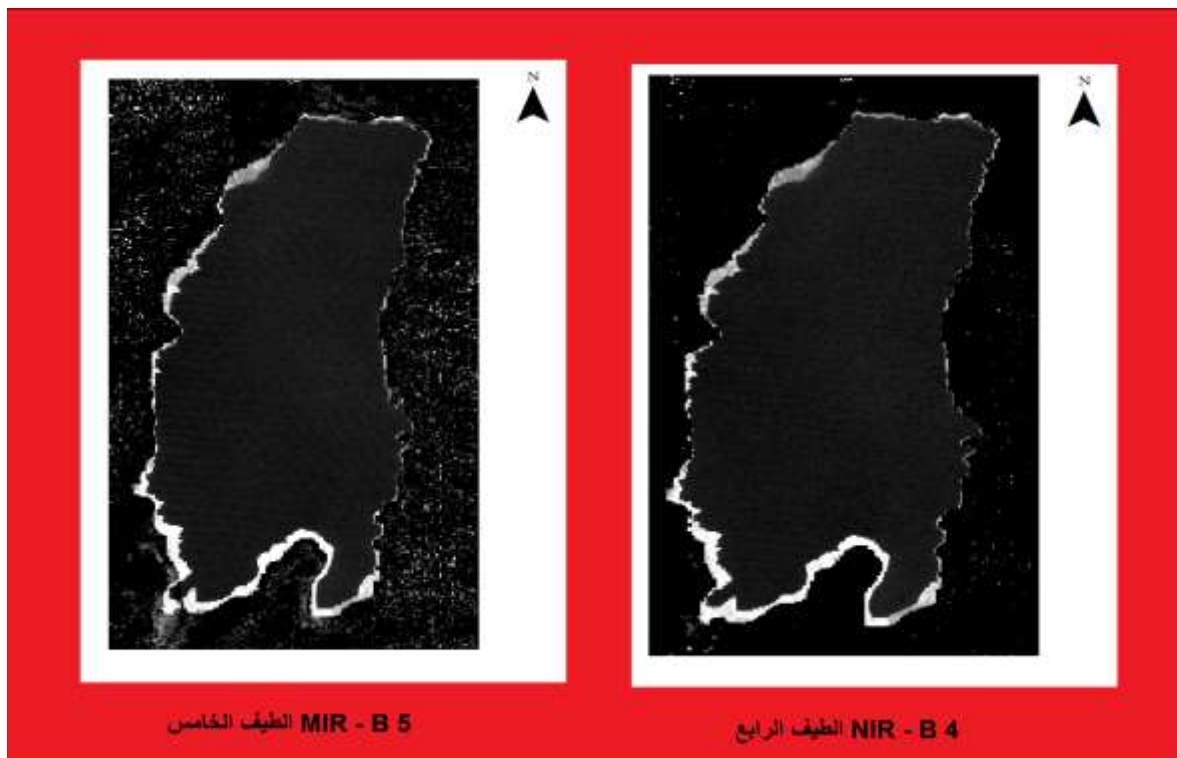
استخدم هذا المؤشر لحساب مساحة المياه عن طريق استخلاصها بتطبيق المعادلة الأتية واستخدم طريقة الأطياف المتعددة من خلال برنامج Geomatica PCI:

NDWI =(NIR – MIR) /(NIR + MIR) (1996, Gao)

يمثل في اللاندسات Landsat TM

NDWI=(TMB4 - TMB5) / (TMB4 + TMB5)

في هذا المؤشر استخدم الطيف الرابع الاشعة تحت الحمراء القريبة، والتي تتميز بقدرتها على إستخلاص أكبر قدر من المياه واعطائها قيمة موجبة والطيف الخامس هو الطيف الأحمر المتوسط والذي يعطي المناطق التي لاتحتوي على مياه قيمة سالبة وقد سبق تطبيق هذه المعادلة عملية استخلاص للمياه من خلال الطيف الرابع والطيف الخامس كل على حده، والشكل(4 - 6) يوضح استخلاص أكبر نسبة انعكاس للأشعة تحت الحمراء القريبة وتحت الحمراء المتوسطة من خلال التفسير البصري .

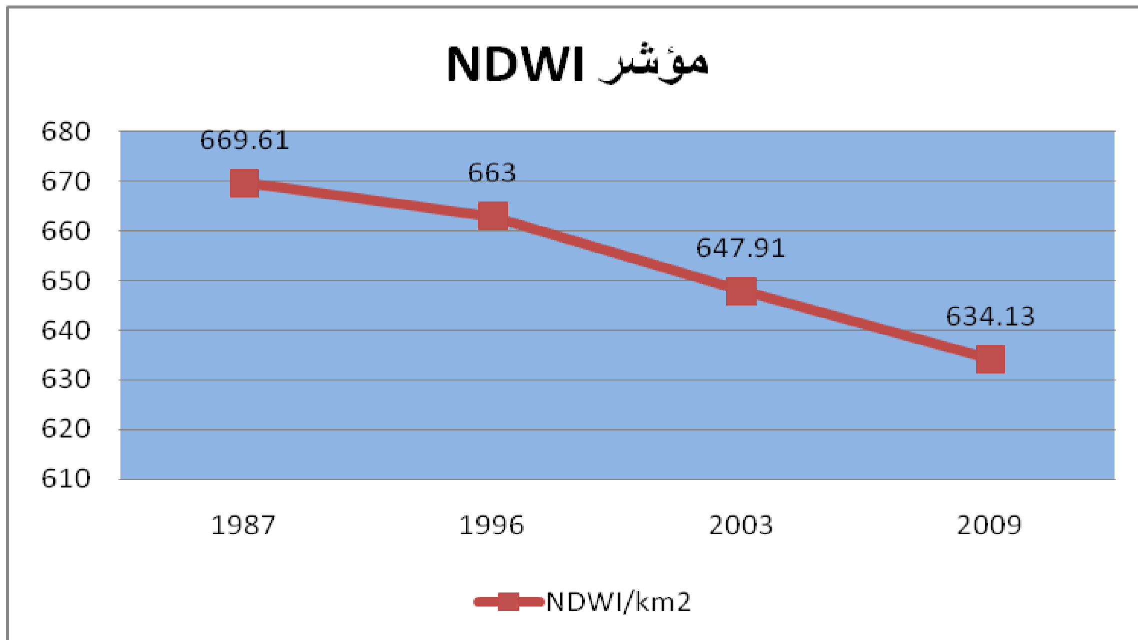


الشكل (4 – 6) اكبر نسبة انعكاس للمياه على الطيف الرابع والخامس للقمر اللاندسات

المصدر : اعداد الباحثة .

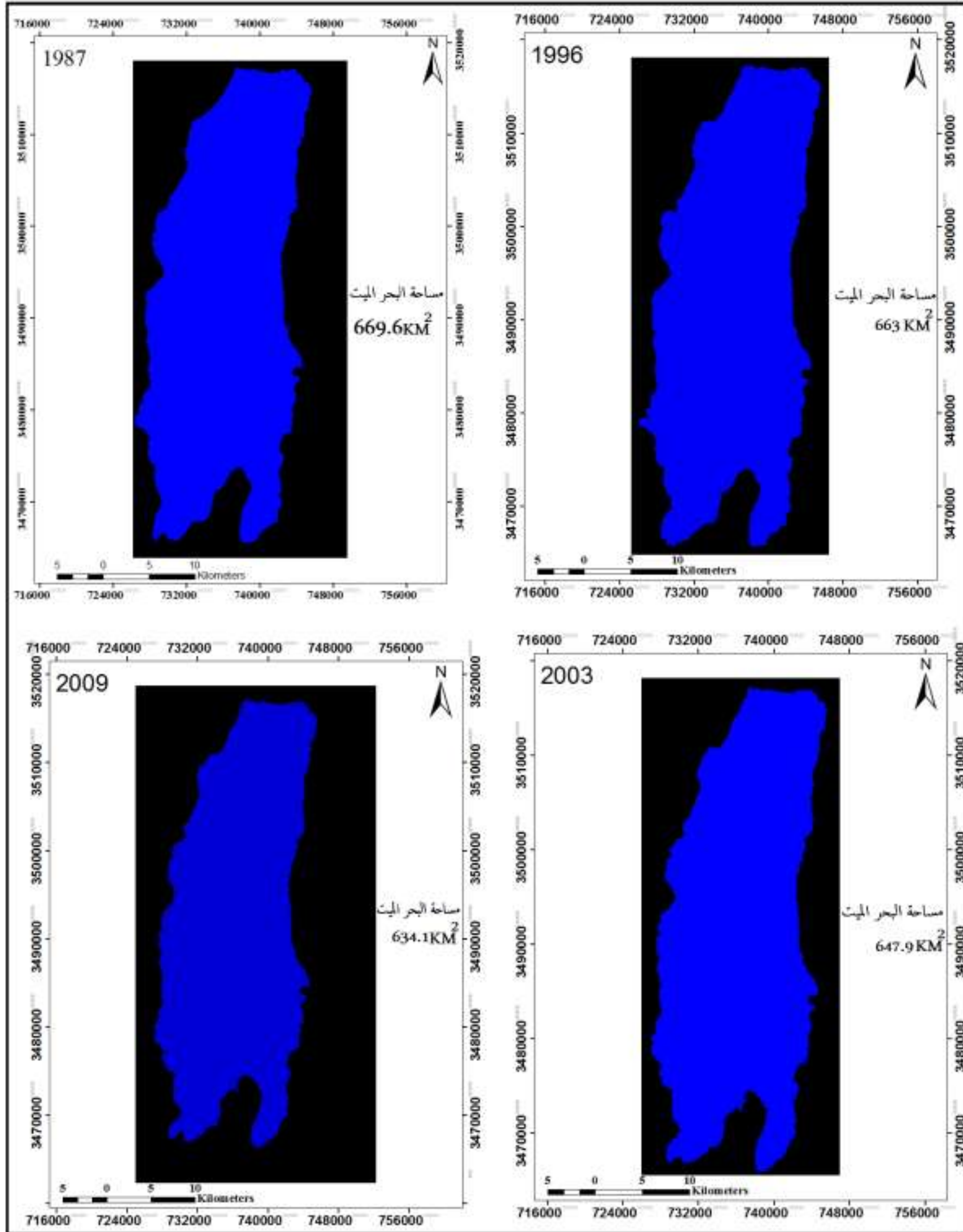
باستخدام برمجية Geomatica PCI طبقت المعادلة السابقة وحسبت مساحة البحر الميت، وكانت النتائج كما في الشكل (4 – 7) الذي يوضح شكل التناقص بين فترات الدراسة المحسوبة، حيث بلغت مساحة البحر الميت المحسوبة عام 1987 حوالي 669.61 كم²وفي عام 1996 بلغت حوالي 663 كم² أما مساحة البحر لعام 2003 وصلت الى حوالي 647.91 كم² أما في عام 2009، فوصلت مساحته المحسوبة حوالي 634.13 كم² وقد إستخدمت هذه المعادلة من قبل بعض الباحثين لإستخلاص المياه من المناطق المزروعه .

وتميزت هذه الطريقة، امكانية استخلاص المياه وحساب مساحتها وخصوصا في المساحات التي تكون فيها نسبة من المناطق المزروعة، لكن الدقة في استخلاص المياه تكون اقل من المطلوب، حيث تختلط بعض المناطق المبنية مع المياه مما يصعب حساب المساحة بشكل دقيق، أما الشكل (4–8) يوضح المساحات والخرائط المستخلصة للبحر الميت بهذه الطريقة .



الشكل (4–7) قيم المساحات المستخلصة باستخدام مؤشر الاختلاف المائي (NDWI) .

المصدر : إعداد الباحثة



الشكل (4 – 8) الخرائط المستخلصة باستخدام مؤشر الاختلاف المائي المعاير

المصدر : إعداد الباحثة

4 – 3 – 3 مؤشر الاختلاف المائي المعاير المعدل

(The Modified Normalized Differences Water Index (MNDWI))

ومعادلتة تكون كمايلي :

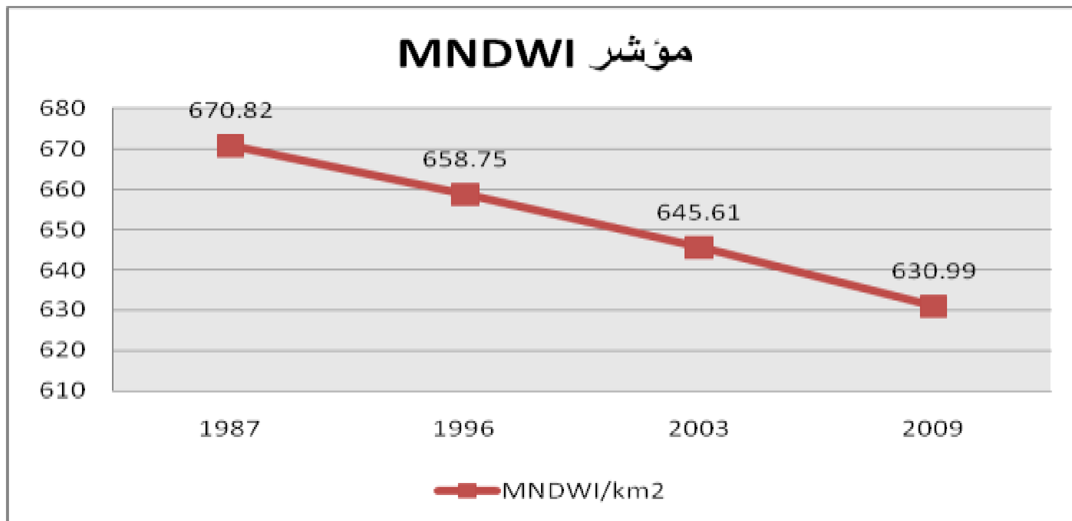
MNDWI =(Green – MIR) / (Green + MIR)

(Xu.H,2006)

وتمثل في Landsat TM

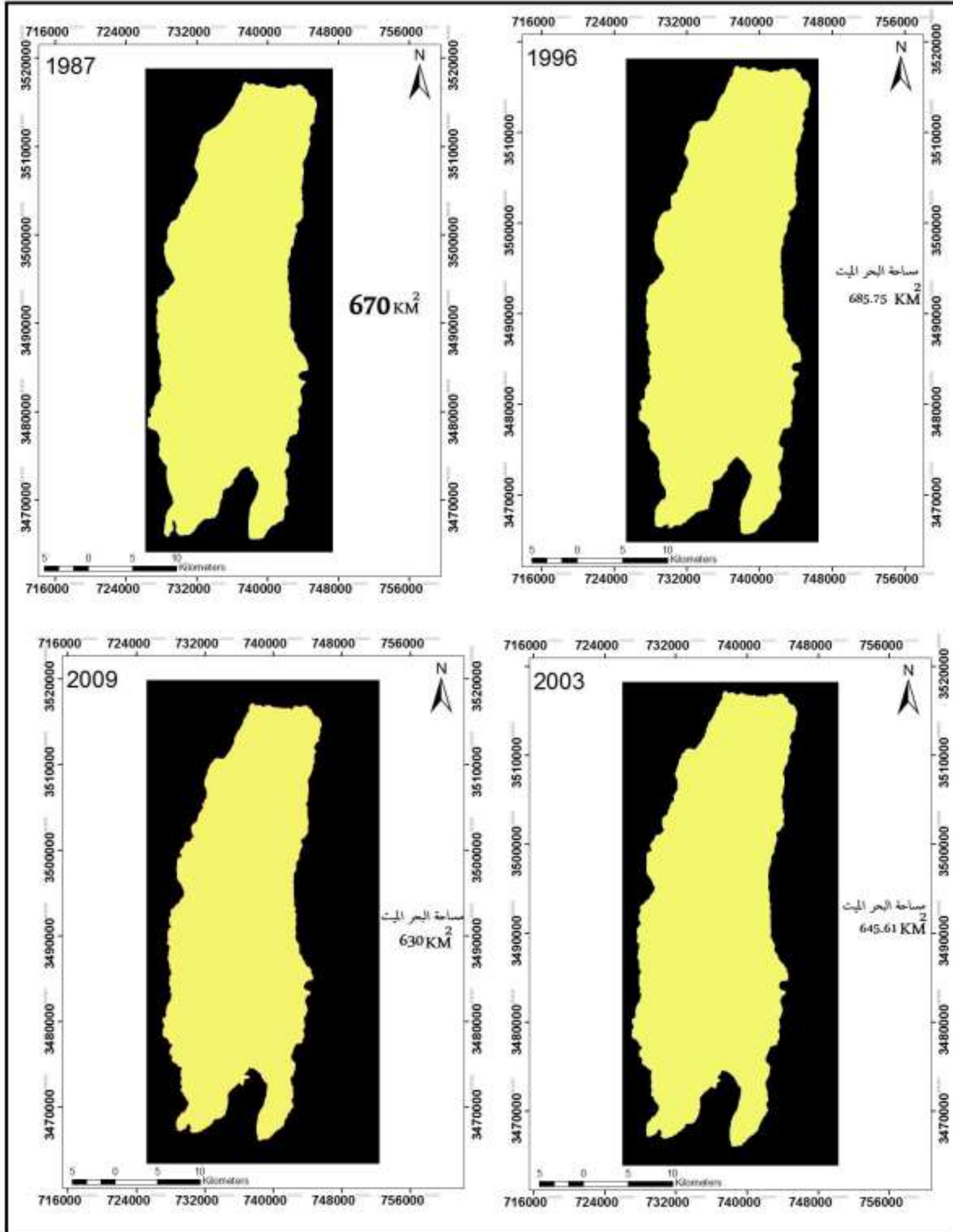
MNDWI =(TM B 2 – TM B 5) / (TM B 2 + TM B 5)

من خلال المعادلة السابقة استخلصت المياه باستخدام الطيف الأخضر والطيف تحت الأحمر المتوسط، لاستخلاص مساحة المياه بدون اختلاطها بالأنماط الأخرى، وبالتالي حساب مساحتها بدقة .



الشكل (4 – 9) قيم المساحات المحسوبة باستخدام مؤشر الإختلاف المائي المعاير المعدل .

المصدر : إعداد الباحثة.



الشكل (4 – 10) الخرائط المستخلصة باستخدام طريقة MNDWI .

المصدر : إعداد الباحثة

الشكل (4 – 9) يوضح قيم المساحات المحسوبة والشكل (4 - 10) يوضح الخرائط المستخلصة بواسطة هذا المؤشر، والتي يتضح فيها مدى الدقة في تحديد منطقة الساحل وبالتالي سهولة حساب مساحات البحر الميت بدقة، ما يميز هذه الطريقة إمكانية إستخلاص المياه دون اختلاطها بالأنماط الأخرى، مما يمكننا من حساب المساحات بدقة أعلى، لذا إعتمدت الدراسة على هذا المؤشر لحساب مساحة البحر الميت وإعتباره الطريقة الأفضل التي يمكن استخدامها في حساب مساحات المسطحات المائية ومعرفة مقدار التغير عليها، وقد استخدم في دراسة (Xu.H,2006)حيث توصلت الدراسة الى مقدار دقة كلية عالية في استخلاص المياه تصل الى 99.85% باستخدام هذا المؤشر ومقارنة بمؤشر NDWI وصلت الدقة فيه حوالى 77.25% وفرق الدقة يوضح افضلية مؤشر MNDWI .



الشكل (4- 11) نتائج الطرق الأربعة المتبعة في حساب مساحة البحر الميت

المصدر : اعداد الباحثة

وبمقارنة نتائج هذه الطرق نلاحظ مدى تقارب القيم المحسوبة لمساحة البحر الميت، ولكن في كل طريقة كانت مشكلة تداخل المياه مع نمط اخر ففي طريقة GIS لاحظنا مدى الدقة ارتبط بقدرة المحلل على رسم المنطقة بدقة عالية بحيث تحول دون فقدان اي من البيانات ، وبالمقابل تحتاج الى جهد ووقت حتى يتمكن المحلل من تأكيد دقة النتائج ، في حين طريقة التصنيف الغير موجه نلاحظ تداخلا بين منطقة التبخر ومياه البحر الميت حيث اعطيت مناطق التبخر القريبة من البحر قيمه مقاربة لقيمة المياه مما تعذر اعتمادها وبالتالي استخدم مؤشر NDWI الذي

يمكن استخلاص المياه لكن الدقة فيه ايضا محدودة، لوجود بعض مناطق المياه المتناثره في اطراف المنطقة فتحسب من ضمن مياه البحر الميت، أما مؤشر MNDWI استخلص أكبر نسبة إنعكاس للأشعة على المياه . من خلال هذه النتائج تعتبر هذه الطريقة الأفضل ويمكن الإعتماد عليها كطريقة سهلة وميسره لحساب المساحات وصلت الى دقة عالية باستخلاص المياه وحسابها والشكل (4 – 11) والذي يوضح نتائج مساحة البحر الميت المحسوبة بالطرق الاربعة لفترات الدراسة المستخدمه، حيث بلغت مساحة البحر الميت المحسوبة عام 1987 حوالي 670 كم² أما في عام 1996 بلغت حوالي 658.75 كم²، ويتضح مدى التناقص في الفترة بين العامين1987 و 1996 بحدود12كم²وفي عام 2003 بلغت مساحة البحر الميت 645.61كم² وفي عام 2009 بلغت مساحته حوالي 630.99كم²، أما بالنسبة لمقدار التناقص بين عامي 1987 و 2009 بلغ حوالي 40 كم² .

4 – 3 أنماط الغطاء الأرضي في منطقة البحر الميت :

–تمهيد :

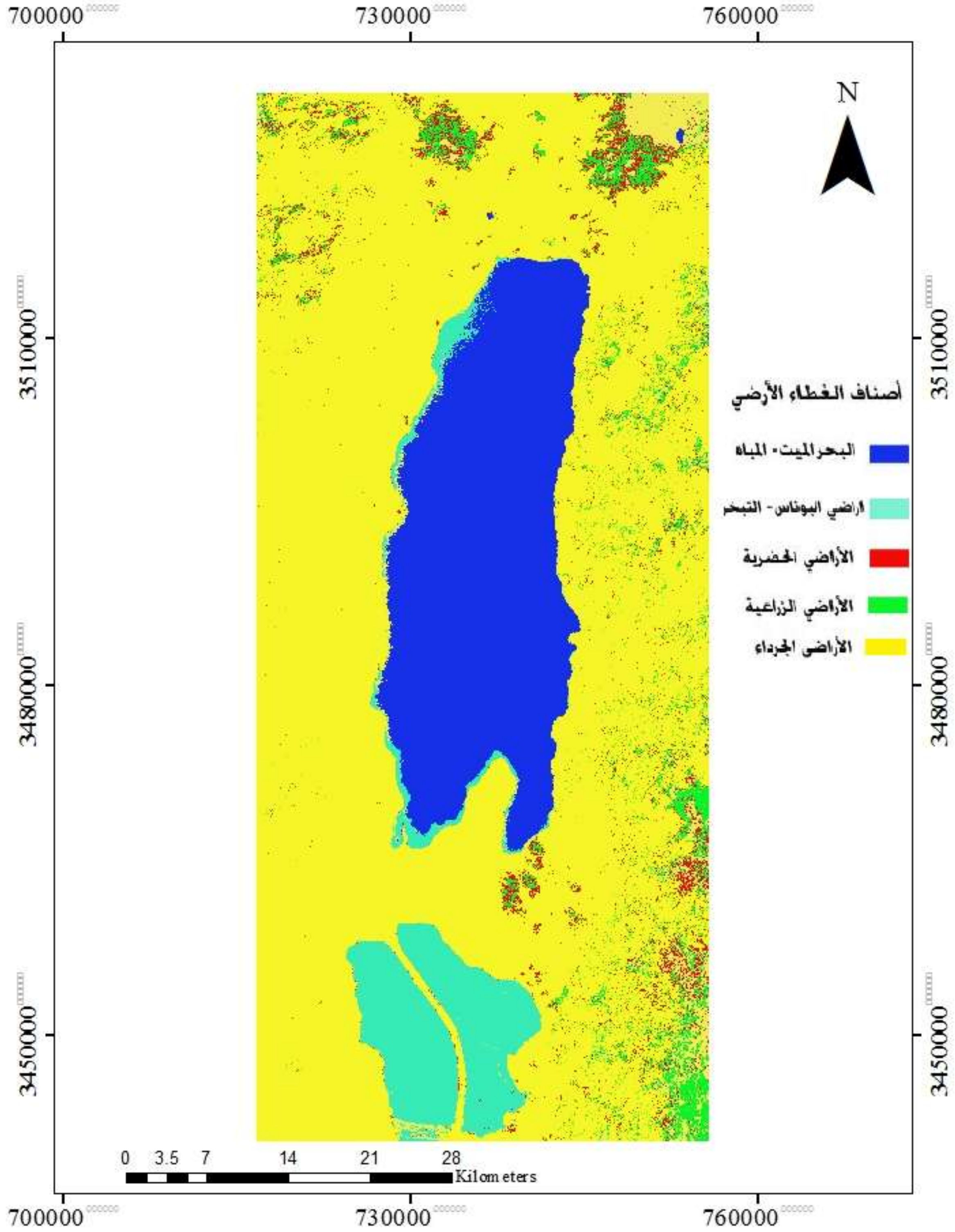
أظهرت نتائج التصنيف الموجه للمرئيات الفضائية 1987 و 2009 م للقمر الصناعي Landsat TM الخاصة بمنطقة البحر الميت باستخدام طريقة غاوس العظمى Maximum Likelihood Classifier ، إذ استخدمت ست أحزمة طيفية واستثناء الحزام الطيفي الحراري للموجه تحت الحمراء، واستخدمت عينات التدريب نفسها المستخدمة في التصنيف، وعرضت التغيرات في أنماط الغطاء الأرضي الناتجة عن تناقص مساحة البحر الميت لهذه الفترة ، ثم استعراض نتائج دقة التصنيف للمرئيتين الفضائيتين المستخدمتين في إجراء التصنيف .

4 – 3 – 1 أنماط الغطاء الأرضي في منطقة البحر الميت عام1987 :

أظهرت نتائج التصنيف الرقمي أنماط الإنتشار المكاني المساحي لأنماط الغطاء الأرضي في منطقة البحر الميت وهي المياه ،ومنطقة التبخر(البوتاس) والأراضي الحضرية والأراضي الزراعية والأراضي الجرداء .والشكل (4 – 12) يظهر التوزيع المكاني لهذه الأنماط ، كما تم استخراج مساحات هذه الأصناف ونسبها من نتائج التصنيف الرقمي كما في الجدول (4 - 1)

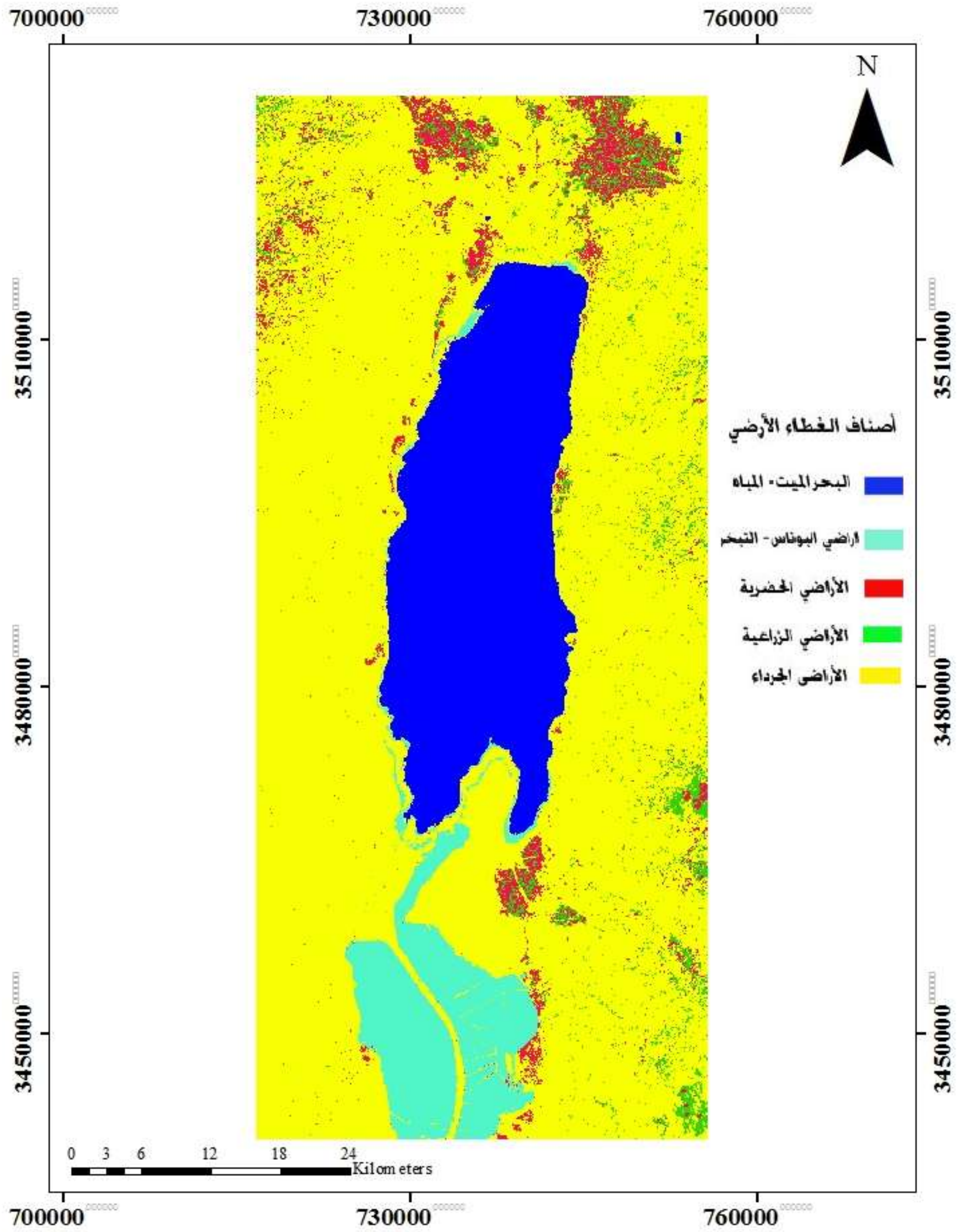
4 – 2 – 2 الغطاء الأرضي في منطقة البحر الميت عام 2009 :

كشفت نتائج التصنيف الرقمي أنماط الإنتشار المكاني المساحي لأنماط الغطاء الأرضي في منطقة البحر الميت لعام 2009 وهي المياه ، ومنطقة التبخر (البوتاس) ، والأراضي الحضرية والأراضي الزراعية، والأراضي الجرداء والشكل (4 -13) يوضح التوزيع المكاني لهذه الأنماط ، وقد تم استخراج النسب ومساحات كل صنف من الأصناف من نتائج التصنيف الرقمي كما في الجدول(4 - 2) حتى يتم تحليل ومعرفة التغيرات على مساحات الغطاء الأرضي في المنطقة .



الشكل (4 – 12) أنماط الغطاء الأرضي في منطقة البحر الميت لعام 1987

المصدر : إعداد الباحثة



الشكل (4 – 13) أنماط الغطاء الأرضي في منطقة البحر الميت لعام2009 .

المصدر: اعداد الباحثة

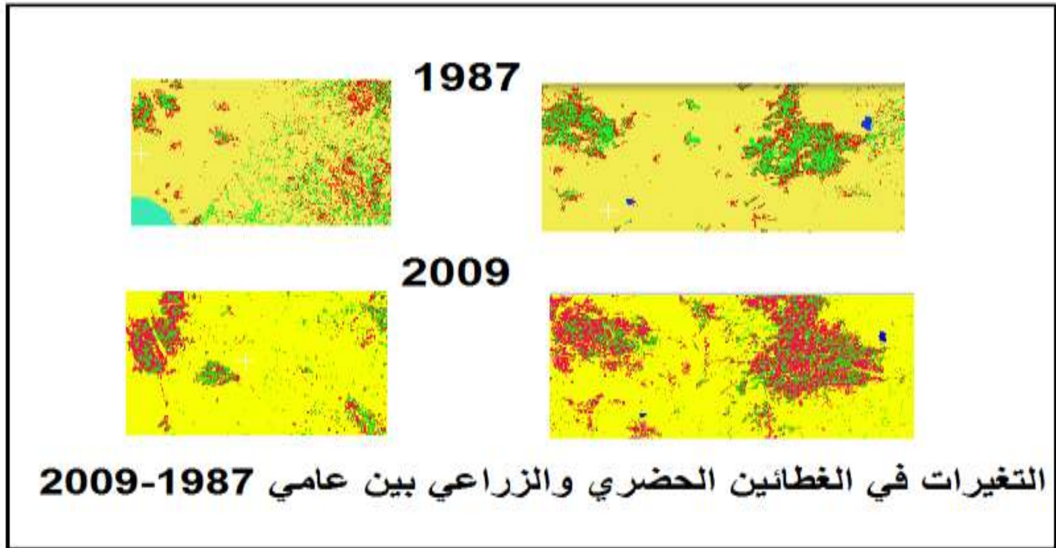
4 – 2 – 3 التغيرات في انماط الغطاء الأرضي في منطقة البحر الميت خلال الفترة بين 1987– 2009 :

تم استخدام منهج كشف التغير بطريقة المقارنة لفترات زمنية بين (1987– 2009) بهدف تحديد المساحات التي تعرضت للتغيرفي منطقة البحر الميت، والتناقص وتحليل الآثار البيئية التي نتجت عن هذا التدهور في مساحاتها .

أفرزت نتائج هذا التصنيف خمسة أنماط من الغطاء الأرضي في منطقة البحر الميت وهي : البحر الميت (المياه) ، وأراضي البوتاس (التبخر) ، والأراضي الحضرية، والأراضي الزراعية والأراضي الجرداء، والشكلان (4 -12 و4 -13) يوضحان التوزيع المكاني لهذه الأنماط ومن الجدول (4 – 2) يتضح مدى التغير في مساحة البحر الميت بين عامي الدراسة حيث بلغت مساحته عام 1987 حوالي 670كم² وتناقصت هذه المساحة حوالي 40 كم² بنسبة 2.02 % بسبب عوامل بشرية وعوامل طبيعية التي تم الإشاره اليها سابقا ، مما ترتب على هذا التناقص عدد من التغيرات البيئية منها، فقدان ثلث مساحة البحر الميت عما كانت عليه في ستينات القرن الماضي و ظهور بعض الظواهر الجيولوجية من حفر بالوعية وانهيارات وانزلاقات في بعض المناطق وظهور ظاهرة الشواطئ المتعددة وغيرها . لم يقتصر التناقص في مساحة البحر الميت بل امتد إلى مساحة الأراضي الزراعية حيث تناقصت مساحة الأراضي الزراعية عما كانت عليه عام 1987حوالي 71 كم² بنسبة 2.04% كما في الشكل (4-14) والسبب نقص كميات مياه الري التي كانت تضخ للأراضي الزراعية ونقص المياه الجوفية، وبالتالي تدهورالأراضي الزراعية بفعل الإستغلال الجائر لهذه الأراضي و التملح وظهور الحفر البالوعية التي تظهر فجأه فيها مما إضطر كثير من المزارعين الى هجرة هذه الأراضي ، وتنتشر هذه الحفر في منطقة غور حديثة على الجانب الشرقي ومسعده وعين الجدي في الجانب الغربي ،كما أظهرت نتائج التصنيف زيادة في مساحات كل من الأراضي الحضرية وأراضي البوتاس (التبخر) والمناطق الجرداء حيث بلغت نسبة الزيادة في الأراضي الحضرية حوالي 1.2%عما كانت عليه في عام1987 وترجع أسباب هذه الزياده الى زيادة الإستثمارات والمشاريع السياحية التي اقيمت في المنطقة بناء عدد من الفنادق الفخمة على شواطئ البحر الميت للإستفادة من ميزاته الإستشفائية، ووجود بعض المعالم الدينية مثل موقع المغطس

بالقرب من منطقة البحر الميت الذي جعل منه مقصد الآف السياح المسحيين بقصد الحج ،بالإضافة إلى تنامي المشاريع الصناعية ، وزيادة استثمارتها وبالتالي زيادة مساحاتها كما في زيادة مساحة إمتياز شركة البوتاس العربية (منطقة التبخر) وارتباط هذه الزيادة بتناقص مساحة البحر الميت، حيث وصلت كمية الإستهلاك من مياه البحر الميت بحدود 2.5 مليون متر مكعب سنوياً لكلا من شركات البوتاس العربية والإسرائيلية (البوتاس العربية ،2010)

أما آخر الأنماط التي أفرزتها نتائج التصنيف الموجه كانت الأراضي الجرداء التي تزايدت وتمددت على حساب الأراضي الزراعية وتناقص مساحة البحر الميت ، وتدهورت الأراضي الزراعية بفعل ارتفاع نسبة الملوحة فيها وتناقص مياه الري بالإضافة الى الآثار البيئية المتمثلة في الانخسافات والحفر البالوعية الناتجة عن تناقص مساحة البحر الميت، وتراجع مساحات واسعة عن الشاطئ مكونة عددا من الشواطئ في منطقة غير مستقرة تكتونيا .



الشكل (4 – 14) التغيرات في النمطين الحضري والزراعي بين الاعوام 1987-2009

المصدر: اعداد الباحثة

4 – 2 – 3 تقييم دقة التصنيف :

أما بالنسبة لطرق تقييم دقة التصنيف للمرئيات المستخدمة في الدراسة فتم تطبيق الدقة الكلية Overall Accuracy ودقة المستخدم ودقة المنتج ، والجدولان (4 – 3 و 4 – 4) يوضحان مصفوفة الخطأ ونتائج تقييم دقة البيانات الرقمية المستخدمة في الدراسة للسنوات 1987 و2009 م .

الجدول (4 – 2) نتائج تصنيف الغطاء الأرضي في حوض البحر الميت .

أصناف الغطاء الأرضي	تصنيف عام 1987		تصنيف عام 2009		معدل التغير	
	المساحة كم²	النسبة %	المساحة كم²	النسبة %	المساحة كم²	النسبة %
البحر الميت –المياه	670	19.07	630	17.05	−40	−2.02
أراضي البوتاس – التبخر	225	6.40	244	6.93	+19	+0.53
الأراضي الحضرية	132	3.75	173.5	4.93	+41	+1.2
الأراضي الزراعية	196	5.56	124	3.52	−71	−2.04
الأراضي الجرداء	2297	65.22	2379	67.57	+81.2	+2.35

بعد إجراء التصنيف الموجه تظهر لدينا نتائج التصنيف على هيئة مصفوفة تسمى مصفوفة الخطأ والتي يمكن من خلالها حساب الدقة الكلية ودقة المنتج ودقة المستخدم في هذه الدراسة تم الاعتماد على نتائج الدقة الكلية Overall ccuracy والتي بلغت في عام 1987 حوالي 82.8 % بينما بلغت 82 % في عام2009، وتفسرهذه القيمة أن نتائج التصنيف قد تفادت 8. 82 % من الخطأ لعام 1987 و82% لعام 2009 ولقد واجهت الدراسة صعوبة في تصنيف مساحات الأراضي الحضرية من الأراضي الزراعية لتداخل الإستخدامين ومحدوديتهما في منطقة الدراسة، والتجانس في اغلب الانماط وبالنسبة لنتائج دقة المنتج ودقة المستخدم التغيرات التي حصلت على مساحات كل نمط كما في الجدولين (4 – 1 و 4 – 2) ، ففي مناطق المياه وصلت دقة المستخدم لعام 1987 حوالي 94 % وبلغت 95% لعام 2009 ،أما دقة المنتج له عام 1987 بلغت 64% و 69% على التوالي ويعزى الإنخفاض في نسبة الخطأ لعام 2009 إلى التداخل بين الإستخدامات في المكان الواحد بحيث تقترب من اللون نفسه، وبالتالي تتشابة الخصائص الإنعكاسية لبعض الخلايا على بعض الأنماط مما تعطيها القيمة نفسها لذلك تم الاعتماد على نتائج الدقة الكلية .

الجدول (4 -3) مصفوفة الخطأ ونتائج وتقييم الدقة للتصنيف الموجه لمرئية لاندسات 1987

أصناف الغطاء الأرضي	البحر الميت المياه	أراضي البوتاس – التبخر–	الأراضي الحضرية	الأراضي الزراعية	الأراضي الجرداء	مجموع الصفوف	دقة المستخدم %
البحر الميت –المياه	47	3	0	0	0	50	94
أراضي البوتاس–التبخر	0	14	0	0	0	14	100
الأراضي الحضرية	0	0	20	12	1	33	60
الأراضي الزراعية	0	0	11	32	6	49	65
الأراضي الجرداء	0	0	4	6	94	104	90
مجموع الأعمدة	47	17	35	50	101	250	
دقة المنتج %	100	82.35	57.14	64	93.06		

الجدول (4 – 4) مصفوفة الخطأ ونتائج تقييم الدقة للتصنيف الموجه لمرئية لاندسات 2009

أصناف الغطاء الارضي	البحر الميت المياه	أراضي البوتاس التبخر	الأراضي الحضرية	الأراضي الزراعية	الأراضي الجرداء	مجموع الصفوف	دقة المستخدم %
البحر الميت -المياه	37	1	0	0	1	39	95
أراضي البوتاس – التبخر	0	18	0	0	0	18	100
الأراضي الحضرية	0	0	30	7	4	41	75
الأراضي الزراعية	0	0	6	17	3	26	73.7
الأراضي الجرداء	0	2	7	14	103	126	81.7
مجموع الأعمدة	37	21	43	38	111	250	
دقة المنتج %	100	85.71	69.76	44.73	92.72		

المصدر : إعداد الباحثة

4 - 4 التغيرات البيئية على مساحة البحر الميت :

إن الحد الأعلى من فقدان المياه في البحار بحيث لا تؤثر على توازنها هو ميلمتر واحد لكل عشرة أعوام، أما في البحر الميت فالنسبة عشرة آلاف ضعف.

(Closson and Abu-karaki,2008) هذا يوضح مدى التأثير الذي قد يحدث على البيئة المحيطة بالبحر الميت والتغير الذي أصبح واضحا من جراء تناقص مساحته والمتمثلة بما يأتي:

– تناقص مساحة البحر الميت :

لقد تاثر منسوب البحر الميت وتناقصت مساحته لأسباب بشرية تمثلت في تحويل مصادر المياه المغذية للبحر الميت، وإقامة المشاريع المائية و زيادة كميات إستخراج المعادن من البوتاس وبروميد وملح وغيرها، مما أدى الى تسارع تناقص مساحته، إضافة إلى العوامل الطبيعية والمتمثلة بزيادة مجموع التبخر الكامن حتى وصل الى 2200ملم/سنويا مقترن بإرتفاع درجات الحرارة والتي ساهمت في رفع كميات التبخر حيث وصلت درجات الحرارة في بعض السنوات إلى 46 درجة مئوية مع تناقص كميات الأمطار التي لاتزيد عن 90 ملم بالمعدل سنويا مما أدى الى تسارع تناقص مساحة البحر الميت الى 40 كم² بين أعوام 1987 و2009 ، وما زال مستوى مياهه مستمر بالهبوط حتى وصل بالمعدل بين 0. 80 – 1 م سنويا، مما يعني استمرار تناقص مساحته، وبالتالي تزايد التغيرات والآثار البيئية على المنطقة .

- هبوط مستوى سطح المياه الجوفية :

لقد هبط مستوى سطح المياه الجوفية بمحاذاة الشواطئ نتيجة إنخفاض منسوب المياه مما أدى الى تدفق المياه العذبة من المياه الجوفية، واختلاطها بالمياه المالحة، وبالتالي تزايدت الأخطار البيئية على المنطقة، وكذلك جفاف الينابيع مما ادى إلى تهديد النظام الحيوي من كائنات حية نادرة كانت تستوطن المنطقة وبالتالي هجرتها، حتى ان البكتيريا التي تتحمل الملوحة الشديدة مع نقصان مساحته تزداد الملوحة مما جعلها غير قادره على تحملها فأصبحت في خطر (خرفان ،2004) .

- ظاهرة الحفر البالوعية (الانخسافية) Sinkholes

لهذه الظاهرة عدة مسميات منها الحفرالبالوعية، الحفر الإنخسافية وحفر الإذابة والحفر الغاطسة، حيث تحدث حفر في الأرض قد تكون بشكل تشققات صغيرة على سطح التربة أو كبيرة بمساحة تصل لعشرات الامتار وبعمق يصل الى ثلاثين متراً أو أكثر

(Abelson. et al., 2009) ، وتحدث في العديد من المناطق المحيطة بالبحر الميت في غور حديثة وغور المزرعة وغور عسال وغور نميره وفي بعض مناطق إمتياز البوتاس أما على الجانب الغربي فتظهر باعداد كبيرة تصل الى المئات في مناطق مسعده عسال وزوهار، وعين الجدي وشرق جبل أصدم (Yechieli.et.2003) ، هذه المناطق كانت قريبة من البحر الميت، أما الآن أصبحت تبعد مئات الأمتارعن الشاطئ الحالي للبحر، وسبب حدوثها في هذه المناطق هو تربتها الرملية التي تحتوي على نسبة عالية من الأملاح، و تتكون عندما يقوم المزارعون بسقاية مزروعاتهم باستخدام المياه العذبة حيث تذوب الاملاح الموجودة في التربة وبسبب ابتعاد المنطقة عن البحر فان البحر يقف عاجزا عن تعويض هذه الأملاح، فتصبح التربة هشة وخفيفة الوزن فتنخفض الى الأسفل مكونه حفرة كبيرة غير واضحة لأنها تكون مغطاة بقشرة رقيقة من التربة، وعند مرور (آليات او حيونات) فوق هذه الحفره تنهار القشرة وتظهر الحفرة، من الآثار البيئية التي تتسببها هذه الحفر إلحاق الضرر بالمنشآت والبنية التحتية، وخاصة الطرق الممتدة على كلا جانبي البحر ولعل أكثر ما ينذر بالخطر هو تفاقم انتشارها في محيط الطريق الرئيسِ رقم 90 الممتد بمحاذاة البحر الميت عند الشاطئ الغربي، كما تترك أضرارا متفاقمة في محطات البوتاس الأردنية ومناطق المساحات المجففة من القسم الجنوبي من البحر الميت (Rybakov et al., 2005)، وهي ذات آثر كبيرعلى كل الكائنات الحية في المنطقة وعلى الأراضي التي هجرها سكانها رغم انها كانت تزرع بمحاصيل متنوعة وبعضها يحتوى على اشجار النخيل.

– الشواطئ المتعددة او المصاطب البحرية للبحر الميت :

ظهرت هذه الظاهرة بتزايد تقلص مساحة البحر الميت، حيث تراجع مساحة البحر تظهر شواطئ من الرمال المختلطة بالاملاح بذلك تكونت المصاطب البحرية كما في الشكل

(4 – 13) يوضح ظاهرة الشواطئ المتعدده والتي يصعب على الانسان التحرك فيها .



الشكل (4 – 13) ظاهرة الشواطئ المتعددة – الصوره ملتقطة بتاريخ27 – 3 – 2010

- الأثر البيئي على اقتصاد المنطقة :

قطاع السياحة : أقيمت العديد من الفنادق على شاطئ البحر الميت على الجانبين ، ويظهرتأثير انحسار البحر الميت في زيادة التكاليف؛ للمحافظة على ثبات الشواطئ ومنع تعرضها للتعرية الشاطئية حيث، تحتاج عملية المحافظة على هذه الفنادق مبالغ من المال .

استخراج المعادن : إن إنحسار البحر الميت له تاثير إيجابي للشركات المستخرجة للبوتاس حيث تزداد نسبة الملوحة، وكثافة مياه البحر مما يقلل من مدة الترسيب للمعادن في الملاحات، وبالمقابل هناك أخطار بيئية تواجه الجسور التي أنشأتها شركة البوتاس مما يزيد من أعباء تكاليف الضخ في بعض مناطق استخراج المعادن لقد خططت بحيث تعمل على تغيير ملاحاتها كل فترة بسبب انخفاض مستوى سطح البحر (شركة البوتاس العربية ، 2010) .

المشروع المقترح للمحافظة على البحر الميت من الانحسار :

يعد البحر الميت من البحيرات المغلقة ، والتي تتقاسمه ثلاث دول عدا عن امتداد ما يرفده في دولة رابعة ، وقد شغلت عملية تعويض البحر الميت ما يفقده من المياه سنويا بال الكثير من الباحثين والمهتمين على جميع المستويات، من أهم المقترحات لحل مشكلة تناقص مساحة البحر الميت هو مشروع قناة البحرين . سمي هذا المشروع بقناة البحرين لتزويد البحر الميت بالمياه من البحر الأحمر، ويشمل المشروع مرحلتين الأولى ربط البحر الأحمر بالبحر الميت بأنابيب طولها حوالي 180كيلومتر والثانية يتم انشاء محطة لتوليد الكهرباء ومحطات لتحلية المياه (وزارة المياه والري الأردنية 2010)، هذا المشروع يواجة إنتقادات منها التخوف من عدم الإبقاء على مميزات البحر الميت بسبب الاختلافات في طبيعة التركيب الكيميائي للمياه، بالإضافة لما يعانية البحر الأحمر من تلوث .

الفصل الخامس

النتائج و التوصيات

5 – 1 النتائج

5 – 2 التوصيات

5 - 1 النتائج

1 . توصلت الدراسة إلى تطوير طريقة يمكن من خلالها حساب مساحة البحر الميت باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد بحيث تعطينا مساحة المياه دون اختلاطها باي نمط اخر بطريقة سهلة وميسرة وأكثر دقة باستخدام مؤشر الاختلاف المائي المعاير المعدل MNDWI باستخدام نسبة الانعكاسات الطيفية عند الطول الموجي الأخضر والطول الموجي الأحمر المتوسط ، وهذه الطريقة قابلة للتحديث والتطوير مع الزمن.

2 . قدمت الدراسة عدداً من الطرق التي يمكن من خلالها حساب مساحة البحر الميت ، وتوضيح التغيرات البيئية الناتجة عن تناقص مساحته ، مدى التقارب في النتائج لكن من خلال التحليل تبين أن هناك عدة طرق يمكن من خلالها حساب مساحة المسطحات المائية ولكل طريقة مميزاتها التي تختلف هذه الطرق في دقة نتائجها ، مما يمكن الاستفادة من كل طريقة بتطبيقها على ظاهرة معينة .

3 . توصلت الدراسة إلى تصنيف الغطاء الأراضي وكشف التغير في مساحات الغطاءات المكونة لمنطقة الدراسة حيث تزداد مساحات بعض الانماط وتتناقص مساحات أخرى:

4. تناقص مساحة البحر الميت من عام 1987 وحتى عام 2009 حوالي 40 كم^2، وتبين ان التناقص يتزايد من سنة لاخرى وبالتالي زيادة انخفاض مستوى مياهه من 405 تحت مستوى سطح البحر عام 1987 الى 423 تحت مستوى سطح البحر عام 2009 اي حوالي 18 مترا نسبة هبوط في مستوى مياه وزيادة مساحة منطقة التبخر بنسبة 0.53 ماكانت عليه عام 1987 ويعود ذلك للأسباب البشرية والطبيعة.

5. تمدد الأراضي الجرداء والأراضي الحضرية، بسبب تطور النشاطات الاقتصادية من توسعات لشركات البوتاس وزيادة الشركات المستثمرة في مجال مستحضرات التجميل بالإضافة إلى تنشيط السياحة على شاطئ البحر الميت وإنشاء عدد من الفنادق السياحية الكبرى على حساب مساحة البحر الميت التي تراجعت، ومساحة الاراضي الزراعية التي تراجعت بنسبة 2.04 % عما كانت عليه في عام 1987 .

4 . أظهرت الدراسة قدرة تطبيقات الاستشعار عن بعد على تحليل المرئيات الفضائية، لمراقبة المسطحات المائية والتغيرات عبر الزمن وإنتاج خرائط دقيقة، وحساب المساحات، وتحديد نسبة التغير واستخراج نسبة التغير في كل صنف من الأصناف المستخرجة .

5 . أوضحت الدراسة كفاءة قمرLandsat-TM في تحليل البيانات وحساب المساحات بطريقة متعددة الاطياف واستخدامه في الدراسات المماثلة .

5 – 2 التوصيات :

توصي البدراسة بمايلي :

1 – ضرورة استخدام تطبيقات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في مراقبة التغيرات البيئية التي تحدث على المسطحات المائية، وتطوير طرق اخرى لحساب المساحات، وغيرها من التطبيقات الخاصة بالبيئات البحرية .

2 - تكثيف الدراسات الخاصة باستخدام التقنيات المعتمدة على المرئيات الفضائية لمراقبة انحسار مساحة البحر الميت وايجاد الحلول الناجعة لوقف التدهور السريع في البيئة المحيطة به، وسد النقص في البيانات وتقديم النتائج الى صناع القرار للمساهمة في تنمية المناطق وادارتها .

3 – ضرورة توفير بيانات الأقمار الإصطناعية للباحثين بحيث يتسنى لهم اجراء الدراسات الحديثة ومواكبة التطور بمثل هذا العلم وتطبيقاته .

4 – توصي الدراسة باعتماد هذه الطريقة لاستخلاص مساحة البحر الميت بحيث تعطي قياسات دقيقة لمساحة البحر الميت في كل عام .

المصادر والمراجع:

المراجع العربية :

- ابو العنيين، حسن سيد، (1976) ، **أصول الجيومورفولوجيا دراسة الأشكال التضاريسية لسطح الأرض** ، (ط 5) ، بيروت : دار النهضة العربية .

- الحسن، عصمت (2007) ، **معالجة الصور الرقمية في الاستشعار عن بعد** ، جامعة الملك سعود ، مركز الابحاث الرياض ، السعودية .

- الجنيدي، محمود (1993) ، **نباتات الأردن** ، عمان الاردن .

- الروسان، نايف (2001) ، **جغرافية الأردن**، دار الشروق للنشر والتوزيع ، عمان، الاردن.

- الروضان، عبيد (2002) ، **المخاطر التي تتهدد البحر الميت نتيجة الممارسات الإسرائيلية (ط1)** ، مركز زايد للتنسيق والمتابعة .

– السلال ، فارس (2010) ، **تطبيقات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية لدراسة التغيرات في استعمالات الأرض والغطاء الأرضي في لواء سحاب خلال الفترة (1989– 2006)** رسالة ماجستير غير منشوره ، الجامعة الأردنية .

- القضاه ،بكر و الريحاني ، امجد (1995) **الترب في الأردن /انواعها وتصنيفاتها، موارد الارض نحو استخدام امثل** ، الاسبوع العلمي الأردني الثالث، المجلد الخامس

- المقطيري، عبده (2004) ،**أسس ومفاهيم الاستشعار عن بعد**، صنعاء :وزارة الثقافة والسياحة اليمنية.

–النواصرة، عواد (2006) ، **اثر انخفاض منسوب سطح البحر الميت على جيومورفولوجية الأحواض الأودية : الكرك ، الحماد ، الجرة ، الشقيق ، الموجب**، رسالة ماجستيرغير منشوره، جامعة مؤتة ،الأردن.

- النواصرة، عواد (2009) ، **البحر الميت دراسة جغرافية تاريخية**، ط1، دار فضاءات للنشر

- الوحوش، خلدون صبري (2005)، **حفر الإذابة جنوب شرق البحر الميت،** رسالة ماجستيرغير منشوره ،مؤتة، الأردن.

- بحيري، صلاح الدين (1991) ، **الأردن دراسة جغرافية،** (ط1)، عمان ، الأردن .

- بظاظو، ابراهيم (2011)، تطبيقات تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في التخطيط السياحي دراسة تطبيقية على الساحل الشرقي للبحر الميت،**مجلة جامعة الملك سعود م23 ، السياحة والآثار (1)** الرياض.

– بورجي، ياسر احمد (2005)، **تطبيق الاستشعار عن بُعد في رصد وتقييم التغيرات بساحل الحديدة – الجمهورية اليمنية** ،رسالة ماجستيرغير منشوره .

- تقارير الأمم المتحدة للتنسيق الشؤون الإنسانية (2007)، لمنطقة الشرق الأوسط .

- جمبي، سحر (2008) ، **التصنيف النمطي لتحليل الغطاء الأرضي في صور الأقمار الصناعية** ، رسالة ماجستير غير منشورة ، الجامعة الأردنية .

– حبيب، رضوان و إبراهيم، والكيلاني (2007)، جفاف البحر الميت وقناة البحرين (الأحمر - الميت) ،**مجلة العلوم الإسلامية**،العدد،2،ص283- 317.

- خرفان، ماريا، (2004) ، انحسار البحر الميت وتأثيره على المنطقة المحيطة، **مجلة المقياس** ، المركز الجغرافي الملكي الأردني، عمان ، ص 47 – 60 .

- دائرة الإحصاءات العامة (2010)، بيانات احصائية غير منشورة، الأردن .

- دائرة الأرصاد الجوية (2010) ، بيانات مناخية نشرات غير منشورة ، الأردن .

- سلطة المصادر الطبيعية (2010) ، خرائط جيولوجية لوحات مادبا والربة والكرك مقياس 1 :50000 ، عمان ، الأردن .

- شحاده ، نعمان (1991) ، **مناخ الأردن** ، (ط1)، عمان : دار البشر .

- شركة البوتاس العربية (2010) بيانات غير منشوره، الأردن .

- عابد ، عبد القادر (1985)، **جيولوجية البحر الميت نشأته ومياهه وأملاحه وقناة البحرين** ، الطبعة الأولى ، عمان، دار الأرقم.

- عابد، عبد القادر (2000)، **جيولوجية الأردن وبيئتة ومياهه** ،ط1 ، عمان : دار الارقم .

- عرنوس، عبد الكريم (2006)، **دراسة التغيرات النباتية في البادية الأردنية باستخدام صورالماسح الغرضي المحمول على قمر لاندسات**، رسالة ماجستيرغير منشوره، الجامعة الأردنية .

– عواوده، محسن (2005)،**الآثار الجيومورفولوجية لعدم الاستقرارية على بعض أودية البحر الميت في الأردن** ، رسالة دكتوراه غير منشوره، الجامعة الأردنية .

– عوده، سميح و أبو سمور، حسن (1997)، اثر التغيرات الجيومورفولوجية في تغير توزيع وحالة الغطاء النباتي في دلتا الموجب، **مجلة جامعة النجاح** ،نابلس ،فلسطين.

- عوده، سميح (2005) ، **أساسيات نظم المعلومات الجغرافية وتطبيقاتها في رؤية جغرافية** ، عمان : المسيرة للنشر والتوزيع .

- فرحان، يحيى (1971) ، **حوض وادي الموجب والكرك : دراسة جيومورفولوجية**، رسالة ماجستير غير منشوره، جامعة القاهرة، مصر .

- فرحان، يحيى (2007)، **الاستشعار عن بعد وتطبيقاته الصور الجوية**، عمان : جهينه للنشر والتوزيع .

- مركز البحوث والتنمية الدولية – كندا (1998) دراسة " **بحر عطش ونهر ملوث**" ،برنامج الفقر الريفي .

- وزارة البيئة (2008) ، **التقرير الأول لحالة البيئة في المملكة الأردنية الهاشمية**، عمان .

- وزارة الزراعة، **مديرية التحريج والغابات (1993)**، المشروع الوطني لخارطة التربة واستعمالات الأراضي مقياس 250000/1 ،عمان .

المراجع الأجنبية:

- Abelson, M., Gabay, R., Shalev, E., Yechieli, Y.2009,Sinkholes hazard around the evaporation ponds Dead Sea southern. basin.. **Geological Survey of Israel. Jerusalem.**

- Abu karaki,N.Closson,D.Salameh,E.(2005),Natural, Induced and -Environmental hazards along the Dead Sea Coast, **Jordan ,hydrogeologic,1-25 pp .**

- Abu Ghazleh ,SH. Hartmann,J, Kempe, S.(2009), Water input requirements of the rapidly shrinking Dead Sea, **Springer**, Naturwissenschaften , 96:637–643.

- Abu Ghazleh ,SH,. Hartmann, J, Kempe, S.(2010), Rapidly Shrinking Dead Sea Urgently Needs Infusion of0.9 km3/a from Planned Red-Sea Channel: Implication for Renewable Energy and Sustainable Developmen, **Jordan Journal of Mechanical and Industrial Engineering**, Vol 4,NO1.

- Abu-Sharar, T.M. (2005), Current and future challenges of water resources management in Jordan**, Jordan Journal of Agricultural Sciences,** Volume 1, No. 1**.**

- AL-bilbisi,H.and .Makhamreh,Z.(2010),A comparison of Pixel – Based and Object –Based Classification Approaches in Arid and Semi- Arid Areas of Dead Sea Region Using Landsat Imagery **,Dirasat , Human and Social Sciences ,VOL 37 ,NO.3 .**

- AL-bilbisi,H.and Tateishi,R.(2003),Using Satellite Remote Sensing Data to Detect Land Use / Cover Changes and to Monitor Land Degredation in Central Jordan. **Journal of the Japan Society of Photogrammetry and Remote Sensing**, 42(6),1 – 18 .

- AL-Eisawi.D.(1996),**Vegetation of Jordan**,UNESCO-Cairo Office.

- Alhanbali, A , Al-bilbisi,H .and kondoh,A.(2006), Monitoring the Dead Sea Area Changes Using Remote Sensing and GIS**, Journal of Japan Society of Hydrology & Water Resources ,** VOL.19,NO.6,page.483-490.

- AL-Khlaifat ,A,(2008) **,**Dead Sea Rate of Evaporation, **American Journal of Applied Sciences 5** (8): 934-942.

- Alesheikh A, Ghorbanali, A. Nouri, N.(2007), Coastline change detection using remote sensing, **Int. J. Environ. Sci. Tech**. 4 (1): 61-66

- Alpert, P,and ,Shafir, H.(1997) **Recent in the Climate at the Dead Sea– A preliminary Study**, Dead Sea Works, Research Department, South Dead Sea, Israel**.**

- Anti,D,Shasha,S . (1989), Dead Sea Surface Level Changes, **Israel. earth sci**. 38pp.20-32 .

- Arkin, Y. Gilat, A. (2000), Dead Sea Sinkholes – an ever - Developing Hazard, **Environmental Geology** ,39,pp,711-722.

- Closson,D,Abu karaka.(2008), Human –Induced Geological Hazards a long the Dead Sea Coast ,**Environmental Geology** ,pp371-380.

- Congalon , R .G . (1991) A review of assessing the accuracy of remotely sensed data **. Remote Sensing of E environment** 37, 35 -46

- Curran, P.J. (1985), **Principles of Remote Sensing**, Longman, London.

– Finch, J.W. (1997),Monitoring Small Dames in Semi-Arid Regions Using Remote Sensing and GIS, **Journal of hydrology** 195. 335-351.

- Frumkin, A, Elitzur,Y.(2002), Historic Dead Sea Level Fluctuations Calibrated with Geological and Archaeological Evidence**, Quaternary Research** 57, 334–342.

- Kiro, Y. Yeshieli , Y.(2008), Time Response of The Water Table and Saltwater Transition Zone to a Base Level Drop, **water resources research** , VOL.44,w12442,doi:10. 1029l2007wr006752.

- lipchin , C .(2004), A Future for the Dead Sea Basin: Water Culture among Israelis, Palestinians and Jordanians, **arava institute for environmental studies ,ketura**, Israel D.N.Hevel EILOT 88840,Israel .

– Neev,D and Emery, K.O.(1967), **The Dead Sea ,**geological survey of Israel ball ,pp.41-147.

- Odeh .S.and Salameh ,H.(1996), Geomorphology Effect of the Dead Sea level Lowering Upon the Mujib Delta between (1953 -1993) ,**muta,** vol.(11,5.pp.157-188 .

- Qudah, O. Harahsheh, H.(1994), Recession of Dead Sea Through the Satellite Images, **Royal Jordanian Geographic Centre** ,Amman-Jordan.

- Salameh, E.and El-Naser, H. (2000),Changes in the Dead Sea Level and Their Impacts on the Surrounding Groundwater Bodies. **Acta Hydrochim. Hydrobiol**. 28, 24-33.

– Salameh, E and El-Naser, H.(2009) ,Restoring the Shrinking Dead Sea

The Environmental Imperative, **Springer link journal**,pp,1-16 .

- Shalev,E.and Yechieli,Y.(2009),The Effect of Dead Sea Level Fluctuation on the Discharge of Thermal Springs . **Israel .J. earth sci**.56:pp,19-27.

- Victorov,S.(2008), Remote Sensing and GIS for Coastal Zone**, American Institute of Pliysics**, 978-0-7354-052.

- Salameh,H,(1997),Geomorphology of the Easten Coast of the Dead Sea,Jordan**,Geo Journal** 41.3:255 – 266 .

- Shalaby, A . and Tateishi , R. (2007) Remote Sensing and GIS for Mapping and Monitoring land Cover and Land – use Changes in the Northwestren Coastal Zone of Egypt . **Applied Geography** , 27 :28 -41 .

- Shirman, B., Rybakov, M(2009). Sinkholes along the Dead Sea Coast and Their Development. Coastal Zone Management. **FIG Working Week. Eilat** (3-8 May 2009).

- Singh, A. (1989), Digital Change Detection Techniques Using Remotely Sensed Data. **Int. J. of Remote Sensing**, Vol. 10(6): 989-1003.

- Sabins , F. (1997) , **Remote Sensing Principles and Interpretation** . New York : Freeman publications .

- Lillesand , T.M.,Kiefer, R.W,and Chipmanm,W. (2004) **, Remote Sensing and image interpretation** .(5th ed), New York: John Willey and sons .

- Rababa'a,M and AL-Bakri , J.(2006) , Mapping land cover in the − Dead Sea Baisn From Landsat Imagery, **Dirasat,Agriculture Sciences**,vol 33,NO 2.

- **Rybacov,**M., Rotsten, Y., Shirman, B., Al-Zoubi, A. (2005). Cave detection near the Dead Sea- a micromagnetic. The Leader Edge. 7p

- Jackson.T.Cosh .M .(2003) ,Smex02 Iowa Satellite Vegetation and and Water I NDEX (NDVI and NDWI) Data . Boulder,CO:**National Snow and Ice Data Center** .Digital Media.

- Joint Synthesis Report.(2002),A Future for the Dead Sea Basin: Options for a More Sustainable Water Management **,INCO International Scientific Cooperation**

- GAO,B.C.(1996),**(NDWI- a normalized difference water index for remote sensing of vegetation liquid water from space .**remote sensing of environment **,58,pp.257-266.**

- - Luay , S. (2006), **Assessment of Land use / cover Changes in the Zarqa Baisn using Remote Sensing and Markov Model** , University of Jordan ,Amman .

- Xu, Hanqiu.(2005), A study on Information of Water Body with the Modified Normalised Difference Water Index (MNDWI). **Journal remote sensing .**

- Xu, Hanqiu.(2006),Modification of Normalised Difference Water Index (MNDWI) to Enhance Open Water Features in Remotely Sensed Imagery , **International Journal of Remote Sensing** ,vol,27,IS 14. P3025 – 3033 .

- Yuan, F. (2008), Land – Cover Change and Environmental Impact Analysis in the Greater Mankato area of Minnesota using remote sensing and GIS modeling **. International Journal of Remote Sensing** ,29(4),1169- 1184.
- Yechieli ,Y.(2006), Response of The Groundwater System to Changes in the Dead Sea level, **Geological Society of America Special Papers**, 401, p. 113-126.

روابط الكترونية مهمة :

http : //www.foeme.org/projects.php?ind=21

http://www.deadseaproject.org .
http : //www.earthexplorer.usgs.org .

http://www.googleearth .com .

http://www.sterGdem.com

Monitoring and Analyzing Environmental Changes of the Dead Sea using GIS and Remote Sensing (RS)

By

Haifa Ahmmad AL- Mohammad

Supervisor

D. Hussam H. Al-bilbisi

Co- Supervisor

Prof. D .Hasan Y. Abu Sammour

Abstract

The aims of this study were to develop a method to calculate the changes in the area of the Dead Sea as well as monitoring and analyzing the changes in the area of the Dead Sea and the surrounding area which have been occurred in the

period between 1987– 2009 by using remote sensing (RS) and GIS techniques.

For this purpose four Landsat TM images acquired in 1987, 1996, 2003 and 2009 were used .However, four approaches were applied Normally : geographic information systems(GIS) , unsupervised classification, MNDWI index and NDWI index approach .

Supervised classification was used to detect the changes in the land cover patterns for the basin of the Dead Sea during the period 1987 and 2009.

The results, also indicated a significant land cover changes the in classes in the study area where Dead sea had an area of ($670km^2$) in 1987 decreased to ($630km^2$) in 2009, which indicate a decreament by 2.02% , the agriculture land also decreased by 2.04% where ,it

On the other hand , the urban class were increased for the same period by (1.2 %) .

The shrinkage of the Dead sea and the land cover changes which have occurred have a negative changes and more pressure at the environmental of study area such as , appearance of sinkholes, deterioration of ecology , dryness of same springs and many of the environmental impact .